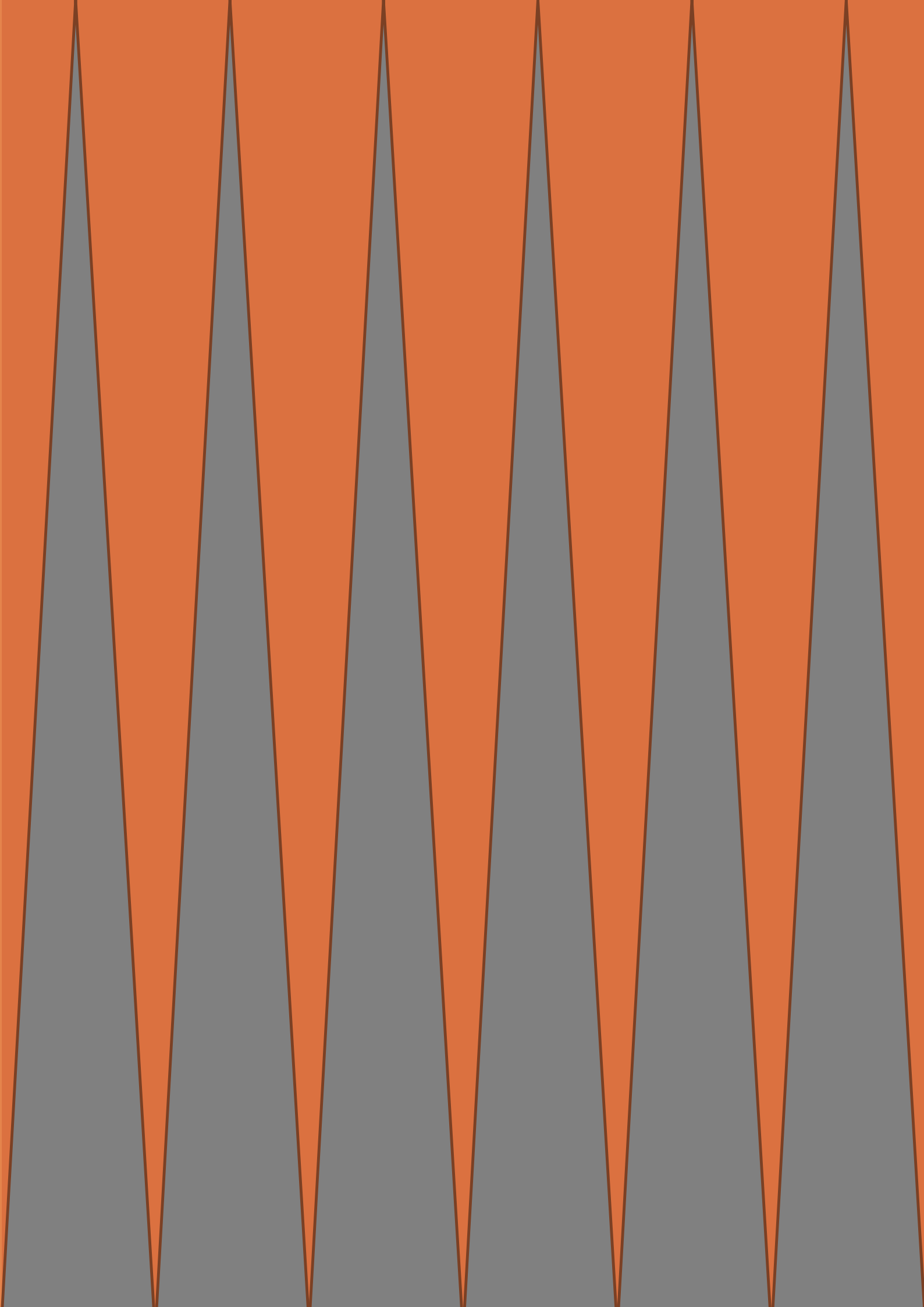


# Teoria dos Jogos e da Cooperação para Filósofos



Antônio Rogério da Silva



# **Teoria dos Jogos e da Cooperação para Filósofos**

**Antônio Rogério da Silva**



**1ª Edição  
Rio de Janeiro  
2005-2016**

© 2005-2016

Permitidas as cópia, divulgação gratuita e citação com créditos para o autor. Vedada a comercialização.

SILVA, Antônio Rogério da.

*Teoria dos Jogos e da Cooperação para Filósofos.* - Rio de Janeiro: Discursus, 2016.  
v, 200 p. (livro eletrônico), 43 il.

1. Teoria dos Jogos. 2. Ética. 3. Teoria da Cooperação. 4. Filosofia Contemporânea I. Título.

Editado no Brasil.

Capa: Arte sobre pintura do ceramista ateniense Exéquias (c. 700-530a.C).

Composto com fontes das famílias Rockwell, para títulos; Bodoni, para textos; e Verdana, em figuras.





# Resumo

Com o objetivo de apresentar a Teoria dos Jogos e da Cooperação e debater seus principais conceitos entre pesquisadores da área de Filosofia, o livro está dividido em duas etapas com quatro unidades cada. Na primeira, são introduzidos os conceitos básicos e a história da Teoria dos Jogos; o papel da comunicação; a evolução da cooperação; e o Dilema dos Prisioneiros Iterado (DPI). Na segunda seção, os torneios e as simulações envolvendo o DPI e suas variantes são discutidos; na segunda unidade, o modelo de jogo chamado Bens Públicos é descrito e avaliado; assim como o Jogo do Ultimato, na terceira unidade. Por fim, a quarta unidade encerra o livro com os problemas surgidos com as simulações de tais jogos em laboratórios e as consequências para ética e política que a utilização desse instrumento de análise traz nas diversas áreas onde é aplicado.

# Sumário

I parte: Teoria dos Jogos e da Cooperação	1
Capítulo 1: História e Conceitos Básicos	2
Teorias Concorrentes	5
Limites e Superação	7
§1.A Estrutura do Jogo: Conceitos e princípios	9
Informações	13
Soma Zero ou Variável	14
Utilidade	17
§2.Estratégias Dominantes, Maximin, Mistas e Noção de Equilíbrio	20
Estratégias Mistas	23
Equilíbrio de Nash	27
§3.A Irrracionalidade do Agente Racional	29
Efeitos dos Defeitos	30
A Interpretação Cardinal de Harsanyi	33
Irrracionalidade Humana e Racionalidade Fora da Espécie	35
Maximizador Local e o Global	37
Capítulo 2: O Papel da Comunicação	40
Comunicação na Teoria dos Jogos	43
Problemas de Barganha	45
Além da Negociação	48
§4.Informação Perfeita, Ameaças e Outros Conceitos	49
Os Conceitos dos Jogos com Comunicação	52
Sinalização e “Conversa Barata”	56
§5.Jogos com Comunicação e seus Modelos	57
Comunicação e Interesses	60
Sistemas de Comunicação	61
§6.A Razão Comunicativa x Estratégica	63
Estratégia e Dominação	66
Mais Conversa	67
Dom Natural	70
Capítulo 3: A Evolução da Cooperação	72
Evolução da Teoria da Cooperação	73
§7.Os Torneios e a Estratégia TIT FOR TAT	76
Olho por Olho	78
§8.Problemas com o Modelo Padrão	81
A Defesa de Axelrod	84
§9.Estratégias Vitoriosas nas Variantes do Modelo Padrão	86
Fatores Psicológicos	87
Capítulo 4: Pegadas da Centopeia	92
Métodos de Simulação	93
Lembrar o Passado	94
Modelando a Evolução	96
§10.A Centopeia, Indução Reversa, o Papel do Tempo	98
Variações da Centopeia	100
§11.Bem Público e o Ultimato	103
§12.Pegar ou Largar	105
§13.Computadores X Estudos Acadêmicos	108
Jogo da Imitação	109
Imitação da Vida	111

II parte: Modelos de Jogos	115
Capítulo 5: Dilema dos Prisioneiros Iterado	116
Modelagem dos Principais Jogos e suas Consequências	118
§14. Simulações	119
Críticas ao Modelo	121
Dilema dos Prisioneiros Iterado	122
§15. A Família de Estratégias TIT FOR TAT	124
Outras Famílias Notáveis	126
§16. Condições para Cooperação	128
Objeções e Respostas	129
Capítulo 6: Bens Públicos	133
Variantes dos Bens Públicos	135
§17. O Carona Free-rider	137
A Solução Filosófica para o Carona	139
§18. Punição e Estado	142
Antes Só, do que Mal Acompanhado	143
§19. A Cooperação nos Bens Públicos	147
Hora de Votar	149
Capítulo 7: Ultimato	152
Implicações do Ultimato	155
§20. Um Teste de Thomas Schelling	157
§21. A Busca do Homem Econômico	161
Mão Invisível do Leviatã	163
§22. A Emergência da Equidade	167
Justiça e Equidade	169
Capítulo 8: Novos Campos Interdisciplinares	172
§23. As Diversas Disciplinas que Empregam os Modelos de Jogos	177
Jogos Dinâmicos	178
Neuroeconomia	179
§24. Uma Nova Visão da Ética	182
Uma Nova Ética	186
§25. Conclusão	188
Referências Bibliográficas	193



**I parte**  
**Teoria dos Jogos**  
**e da Cooperação**



# Capítulo 1

## História e Conceitos Básicos

Jogos de tabuleiro, dados, cartas ou, em geral, jogos de salão divertem a humanidade desde a formação das primeiras civilizações. Escavações feitas em sítios arqueológicos localizados na região do Oriente Médio conhecida como Mesopotâmia encontraram, em túmulos de nobres e membros da família real que dominava a antiga cidade de Ur - importante centro da civilização suméria, por volta de 3000 a.C. -, um jogo de tabuleiro que foi batizado como Jogo Real de Ur - provável ancestral da série de jogos que evoluíram até o gamão moderno. A se acreditar nas lendas indianas, a atividade lúdica, além de entreter seus praticantes, também serviria como simulação alegórica de batalhas ou deliberações que as pessoas têm de fazer ao longo de sua vida cotidiana - o xadrez e o já mencionado gamão seriam exemplos disto. Por colocar as pessoas em situações nas quais vencer ou perder dependem das escolhas feitas adequadamente logo no início das partidas, os jogos se mostraram como excelente ferramenta para o desenvolvimento da personalidade e da inteligência das crianças.

Entretanto, apesar desse aspecto pedagógico, os jogos raramente eram considerados objetos de estudo sério. Foi a curiosidade do nobre Cavaleiro de Méré e inveterado jogador, Antoine Gombaud (1607-1684), que, em 1654, incentivou o filósofo francês Blaise Pascal (1623-1662) a iniciar correspondência com outro brilhante matemático francês, Pierre de Fermat (1601-1665), no intuito de solucionar com maior rapidez o *problema dos pontos*, num jogo de dados que fora interrompido, e cujo dinheiro das apostas teria de ser dividido justamente de acordo com as probabilidades iguais de ganho de cada jogador, caso o jogo tivesse continuado até o final. A resposta fornecida por ambos ao problema de Gombaud revelou as regras matemáticas que subjazem aos jogos de azar, desenvolvendo a teoria da probabilidade que de um modo independente, outro genial matemático e famoso trapaceiro, o italiano Girolamo Cardano (1501-1576), havia iniciado antes. Contudo, a solução encontrada por Pascal e Fermat só foi publicada mais tarde através do primeiro livro exclusivo sobre teoria da probabilidade, chamado *Sobre o Raciocínio em Jogos de Azar*, do físico e astrônomo holandês Christian Huygens (1629-1695), lançado em 1657. Isso porque, na metade do século XVII, mesmo a matemática era considerada uma atividade amadora de eruditos que

não deveria ter consequências sérias para as vidas dos demais mortais.

Não obstante, além dos jogos de azar - dados e roleta -, que foram cruciais para o desdobramento da teoria da probabilidade, jogos de estratégia também são passíveis de formalização matemática por intermédio de simplificações que permitem a simulação de cada tipo de jogo, constituído por regras bem definidas. Neste modelo estratégico, os jogadores não dependem apenas da sorte e precisam escolher, entre as alternativas disponíveis, qual a melhor linha de ação devem adotar para atingir um resultado esperado, tendo em mente o que a outra parte fará – como por exemplo, pôquer e damas. A Teoria dos Jogos trata, portanto, de sistematizar matematicamente, através dos modelos de jogos, as situações que envolvem duas ou mais pessoas, cujas decisões por uma estratégia de ação adequada influenciarão o resultado da interação e o comportamento subsequente das partes interessadas.

Em 1730, a matemática já havia alcançado um respeito considerável, devido ao sucesso dos trabalhos do filósofo inglês Isaac Newton (1642-1727). Nesta época, o suíço Daniel Bernoulli (1700-1782), membro de uma ilustre família de matemáticos, já podia ser visto como um solucionador de problemas profissional, contratado para ensinar sua matéria em diversas cortes europeias. Em São Petersburgo, Rússia, ele pôde conceber a noção de utilidade como um valor de incremento inversamente proporcional à quantidade inicial. Isto é, tendo em vista o comportamento dos jogadores, haveria uma medida subjetiva de satisfação que explicaria a reação das pessoas em situações de risco, nos termos de maximização de sua utilidade. Circunstância que só dois séculos depois, receberia uma formulação moderna pela mão do matemático francês Émile Borel (1871-1956), na forma do teorema *minimax*. Usando a noção de estratégias mistas - que aplicam as estratégias puras a uma taxa de variação proporcional aos ganhos -, em 1927, Borel conseguiu resolver jogos com duas pessoas que tivessem até cinco opções de estratégias a sua escolha. Uma solução geral, entretanto, só viria a ser alcançada pelo matemático húngaro John Von Neumann (1903-1957), em 1928, consolidando as bases de uma moderna Teoria dos Jogos, na qual o conceito de *utilidade* é fundamental.

Outro conceito chave dessa teoria começou a ser trabalhado pelo filósofo e economista francês Antoine Augustin Cournot (1801-1877). Em suas análises sobre os casos de duopólio, Cournot formalizou uma versão restrita do conceito de *equilíbrio* que iria ser generalizada, no século seguinte, por John Forbes Nash Jr. (1928-2015) em trabalhos que tornaram a Teoria dos Jogos pertinente a situações em que um lado pode vencer, sem precisar, necessariamente, derrotar o adversário. Cenários que filósofos como o inglês Thomas Hobbes (1588-1679), o escocês David Hume (1711-1776) e o suíço Jean-Jacques Rousseau (1712-1778) descreveram de modo intuitivo em suas respectivas obras: *Leviatã* (1651), *Tratado da Natureza Humana* (1739) e *Discurso sobre a Origem e os Fundamentos da Desigualdade entre os Homens* (1755).

Hobbes descreveu, de modo bastante criativo, a solução cooperativa a qual podem chegar agentes racionais motivados apenas pela satisfação imediata de seus interesses, em conflito no estado de natureza. Dada a simetria e fragilidade de cada um dos que se enfrentam na natureza, apenas a busca da cooperação poderia atender os anseios de todos os envolvidos, preservando a paz necessária para realização de seus projetos pessoais. Contudo, de modo espontâneo, ninguém abriria mão de lutar pela

posse de todos os meios indispensáveis para sua sobrevivência se seus potenciais rivais não fizessem o mesmo<sup>1</sup>. Hume, por sua vez, imaginou a situação vivida por dois fazendeiros que veem ameaçadas as suas safras pela dificuldade de convencerem um ao outro a colaborar nas suas respectivas colheitas, considerando que ambos são naturalmente egoístas e não nutrem simpatias mútuas<sup>2</sup>. Enquanto Rousseau imaginou o contexto de caçadores que dependem da atuação de vários participantes, a fim de que se obtenha caça suficiente para todos, embora seja provável esperar a deserção daqueles que tenham a oportunidade de, individualmente, capturar uma presa menor, mas que os satisfizesse a ponto de estimular o abandono do grupo<sup>3</sup>.

Inspirações como estas não são exclusivas da literatura moderna ou contemporânea, ou de uma concepção de indivíduo típica apenas da modernidade. No tempo em que Hammurabi (século XVIII a.C) reinava sobre toda Mesopotâmia, a coleção de sentenças que este rei babilônico mandou gravar em estelas de pedra negra e publicar em frente a seus monumentos, a fim de difundir sua noção de direito, fundada na reciprocidade, que ainda hoje serve de lastro às leis contemporâneas. Suas célebres sentenças “olho por olho; dente por dente”<sup>4</sup> estão subjacentes às tradições judaicas, cristãs e todas as demais que propuseram variações da Regra de Ouro (“fazer ao outro o que se quer que faça a si mesmo”).

Sobre outro aspecto, em *A Vida dos Doze Césares* (c. 120), Caio Suetônio Tranquilo (69-141) narrou uma atitude que frequentemente Caio Júlio César (101-44 a.C.) tomava para evitar a deserção de seus soldados. César, quando pressentia que uma batalha seria difícil de prever a vitória, afugentava todos os cavalos, incluindo o seu próprio, com o objetivo de impedir a fuga dos menos corajosos, obrigando todos a lutarem com afinco, já que não teriam outra opção disponível<sup>5</sup>. Solução semelhante a que Hernán Cortés (1485-1547) tomou quando fez destruir os barcos que poderiam servir de meio para fuga de seus soldados, antes da iniciativa de derrubar o império asteca, forçando os descontentes a se unirem a ele, pois estavam inferiorizados, em território hostil, sem qualquer outra saída. Porém, antes de todos, o estrategista chinês Sun Tzu (séc. V a.C.) já recomendava em seu manual *A Arte da Guerra* (500 a.C.):

Lance suas tropas em situações das quais não há saída; seus homens preferirão enfrentar a morte a desertar. E, uma vez que estiverem prontos para morrer, você não poderá tirar menos do que o máximo de seus oficiais e soldados (SUN TZU. *A Arte da Guerra*, cap. 11, p. 91).

Em ocasiões como estas, onde sempre pode haver conflito de interesses entre duas ou mais partes capazes de deliberarem sobre uma ação que implique numa reação recíproca consequente, a Teoria dos Jogos tenta encontrar uma formulação passível de ser tratada de modo tão rigoroso quando possível, com objetivo de apontar respostas factíveis.

1 Veja HOBBS, Th. *Leviatã*, I part., cap. XIV, pp. 78/9.

2 Veja HUME, D. *Treatise of Human Nature*, III, part. II, seq. V, pp. 287/8.

3 Veja ROUSSEAU, J. J. *Discurso sobre a Origem e os Fundamentos da Desigualdade entre os Homens*, II part., p. 261.

4 Veja BOUZON, E. *O Código de Hamurabi*, § 196 a § 200, pp. 181/2.

5 Veja SUETÔNIO TRANQUILLO, C. *A Vida dos Doze Césares*, p. 38.

## Teorias Concorrentes

Até que John von Neumann e Oskar Morgenstern (1902-1977) publicassem o livro que deu origem a esse novo ramo da matemática, diversos outros economistas e matemáticos, além dos já mencionados, contribuíram com conceitos e teoremas que mais tarde foram incorporados, como por exemplo a regra de Thomas Bayes (1702-1761) para calcular a probabilidade de um evento ocorrer a partir de uma informação dada e o teorema de Ernst Zermelo (1871-1953) sobre a existência de uma estratégia vitoriosa em jogos de informação perfeita e soma zero (em que um só ganha se outro perde). Essa distribuição inicial dos conceitos espalhada por vários países e autores ao longo da história moderna dificultou a identificação de um marco histórico nítido para fundação da Teoria dos Jogos.

Os quatro artigos que Borel publicou no início do século passado, introduzindo a noção de estratégias mistas e solução minimax, serviram então para reivindicação desta prerrogativa, por parte de autores franceses, em favor de seu ilustre compatriota<sup>6</sup>. Não obstante, o polímata Herbert Alexander Simon (1916-2001), por sua vez, embora tenha preparado a versão preliminar de seu *Comportamento Administrativo* (1945) antes de surgir *Theory of Games and Economic Behavior* (*Teoria dos Jogos e do Comportamento Econômico*, 1944), abriu mão de qualquer mérito de ter descoberto um novo conceito de jogos estratégicos, abordado em seu livro sob a ótica do *homem administrativo*, ao invés do homem econômico focado por von Neumann e Morgenstern.

Na versão de Simon, o caráter administrador procuraria “contemporizar” ao invés de “maximizar”, (...) [realizando] suas escolhas sem precisar examinar previamente todas as possíveis alternativas de comportamento, e sem ter de certificar-se de que essas são de fato todas as alternativas que se lhe oferecem<sup>7</sup>. Se a versão do homem administrativo, lançada por Simon tivesse prevalecido, não seria necessário levar em conta todas as relações dos objetos envolvidos para deliberação, como quer a Teoria dos Jogos. Bastaria apenas o apoio regras empíricas simples que não sobrecarregassem o cálculo para uma escolha razoável, ao invés de uma forte formação matemática que, por vezes, é alvo de críticas de psicólogos e antropólogos.

Para a Teoria dos Jogos que prevaleceu, entretanto, todo processo de deliberação parte da noção de um agente cuja racionalidade instrumental mínima, típica do *homem econômico*, visa tão somente maximizar os ganhos de seus esforços, encarando o mundo real em toda sua complexidade de relacionamento. Em *Theory of Games and Economic Behavior*, von Neumann e Morgenstern estabeleceram, como parâmetros de sua teoria, os jogos de duas pessoas com soma zero, em geral, e jogos cooperativos, isto é, quando jogados com mais de dois jogadores e com a permissão de transferência de utilidade interna às coalizões que forem constituídas. Por conta disso, produziram uma consistente axiomatização da teoria da utilidade que foi amplamente aplicada nos diversos domínios econômicos e fora destes.

No entanto, por mais inspirada e detalhada que fosse a prova do teorema minimax e a formalização dos jogos de soma zero, a Teoria dos Jogos surgiu incompleta, ao deixar em segundo plano os jogos de soma variável e os não-cooperativos. Cedo,

6 Em *Games and Decisions*, Luce e Raiffa citam o economista Maurice Fréchet como um dos autores desta proposta. Veja LUCE, R.D. & RAIFFA, H. *Games and Decisions*, cap. 1, p. 2.

7 SIMON, H. A. *Comportamento Administrativo*, pp. XXVIII-XXIX.



matemáticos brilhantes trabalharam para preencher as lacunas deixadas. John Nash procurou generalizar o teorema de minimax de von Neumann para todo tipo de jogo - soma zero ou variável, com n-pessoas. A solução encontrada foi batizada de “ponto de equilíbrio”, como se fosse um repouso natural nas ocasiões em que nenhum jogador poderia melhorar sua posição, mudando de estratégia, sem que piorasse os resultados dos demais envolvidos. Nash conseguiu provar que, para qualquer tipo de jogo, existe pelo menos um ponto de equilíbrio que pode ser encontrado usando estratégias mistas, como uma variação na proporção em que são aplicadas as estratégias originais, puras. Com isso, ao lado do teorema minimax, o equilíbrio de Nash tornou-se um dos alicerces fundamentais da Teoria dos Jogos, pois permitiu que os jogos não-cooperativos, que envolvem cooperação e competição pudessem ser tratados, além dos chamados cooperativos - aqueles em que os jogadores podem usar a comunicação e fazer acordos que forcem a colaboração dos demais.

A elegância e precisão das provas matemáticas de von Neumann e Nash, apesar de formarem uma base teórica sólida, não impediram os pesquisadores interessados em obter contraexemplos que consolidassem a Teoria dos Jogos, a prepararem experimentos laboratoriais que pudessem ou não confirmar na prática aquelas teses duras acerca da racionalidade dos agentes. Em janeiro de 1950, os laboratórios da corporação estadunidense Rand tinham em seus quadros matemáticos astutos do porte de Melvin Dresher (1911-1992) e Merrill Meeks Flood (1908-1991) que prepararam uma experiência que se tornou histórica, a fim de verificar se pessoas de “carne e osso” seriam capazes de encontrar as estratégias em equilíbrio previstas pela teoria. Por cem vezes, realizaram os testes com a participação do matemático John Davis Williams (1909-1964), chefe de departamento da Rand, e do economista Armen Albert Alchian (1914-2013), da University of California, Los Angeles (UCLA), que interagiam entre si. Entretanto, em vez de buscarem suas estratégias dominantes e pararem num ponto de equilíbrio, eles optaram por cooperar mais vezes, do que trair o outro. Este famoso experimento ficou conhecido, depois, como Dilema dos Prisioneiros, graças à história contada pelo canadense Albert William Tucker (1905-1995) - que fora orientador de Nash -em um seminário para psicólogos, na Universidade de Stanford<sup>8</sup>.

Na concepção de Tucker, dois suspeitos de terem cometido um crime grave são presos e interrogados separadamente. Na tentativa de incriminá-los, o inspetor encarregado da investigação, de modo reservado, oferece a cada um as opções de confessar o delito e entregar o comparsa, ou ficar calado. Caso um dos suspeitos denunciasse o outro que ficasse calado, o denunciante obteria a liberdade, por colaborar com a justiça, enquanto seu colega arcaria sozinho com a pena máxima. Se ambos permanecessem em silêncio, pegariam uma sentença mais branda pelo crime leve que os levaram à prisão em flagrante. Contudo, se os dois se delatassem mutuamente seriam punidos com uma mesma condenação: menor do que a máxima, mas maior do que a pena leve. Por conta disto, a única estratégia que domina todas as outras é a da confissão mútua, uma vez que, independente da reação do outro, o melhor que cada um faria por si mesmo é confessar o crime grave, ao contrário de se expor à possibilidade de ficar mais tempo na cadeia pagando a maior pena. Tal previsão, contradita pela experiência na Rand, mostrava a existência de algum problema no tipo de racionalidade concebida, pois, em vez de buscar resultados mais favoráveis para si, os jogadores tendiam a escolher a co-

8 Veja NASAR, S. **Uma Mente Brilhante**, cap. 12, p. 147.

operação para maximizar seus ganhos, sem buscar, aparentemente, o equilíbrio Nash. Ao saber disso, Nash atribuiu a falha na experiência ao fato dos jogadores interagirem em “um grande jogo de movimentos múltiplos”, lamentando a ineficiência deles em comportarem-se mais racionalmente<sup>9</sup>.

Por outro lado, o conceito de utilidade - que não é exclusivo da Teoria dos Jogos, mas pertence ao domínio próprio da economia - foi alvo de fortes questionamentos em dois aspectos: primeiro, devido a suposta impossibilidade de se medir coisas incomensuráveis; depois, pela duvidosa manutenção de uma racionalidade capaz de preservar a intransitividade e substituição das preferências, bem como a atenção às probabilidades objetivas em detrimento das subjetivas. O economista francês Maurice Félix Charles Allais (1911-2010), em seu artigo “*Le Comportement de L’Homme Rationnel Devant Le Risque*” (*O Comportamento do Homem Racional diante do Risco*, 1953), atacou a manutenção rígida do conceito de racionalidade para todo tipo de situação. Em sua pesquisa, Allais constatou que, diante do risco e ou incerteza, os agentes racionais assumiam uma perspectiva subjetiva da probabilidade de um evento acontecer, sem atentar para estatísticas objetivas. Além do mais, não preservavam a independência de suas escolhas, quando na substituição de alternativas irrelevantes. Fatores psicológicos que influenciavam decisivamente os processos deliberativos, virtualmente, impediam qualquer tentativa de formalização.

Em verdade, as críticas relevantes de Allais, embora fossem direcionadas à noção de utilidade adotada pela teoria econômica estadunidense, atingiram também a Teoria dos Jogos, que tem elementos comuns a esta. Nesse contexto, os ataques diretos que a Teoria dos Jogos começava a receber, em parte, arrefeceram o entusiasmo inicial da primeira metade do século XX. Testes empíricos mostravam que aspectos psicológicos impunham algumas restrições e exigiam novas técnicas de abordagem aos especialistas.

### *Limites e Superação*

Enquanto problemas práticos persistiam, outros autores ajudavam a desenvolver e aplicar a Teoria dos Jogos em diversos setores do conhecimento. Em 1955, Richard Bevan Braithwaite (1900-1990) lançou o primeiro livro de filosofia a tratar desta teoria, chamado *Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher (Teoria dos Jogos como uma Ferramenta para o Filósofo Moral)*, onde propôs um princípio equitativo, segundo orientação fornecida por uma “fronteira de eficiência”. Anos depois, outros filósofos, como o canadense David Gauthier que desenvolveu toda uma teoria contratualista da moral fundada na Teoria dos Jogos, em *Morals by Agreement (Moral por Acordos*, 1986), reconheceram o novo instrumento de análise que lhes surgia. Martin Hollis (1938-1998), por sua vez, com o auxílio da Teoria dos Jogos procurou atacar a noção limitada que vê a razão instrumental incompatível com a confiança, buscando na reciprocidade e no bem comum as bases iluministas de racionalidade e identidade comprometidas com o relacionamento local e o universalizável<sup>10</sup>.

Nos anos que se seguiram à II Guerra Mundial, os modelos matemáticos de jogos serviram de orientação para o desenvolvimento e teste de estratégias militares

9 NASAR, S. **Op. cit.**, cap. 13, p. 149.

10 Veja HOLLIS, M. **Trust within Reason**, cap.8, p. 162.

empregadas durante a Guerra Fria. O que fez com que Von Neumann e outros “teóricos dos jogos” inspirassem o caricato personagem principal do filme *Dr. Strangelove (Dr. Fantástico, 1963)*, de Stanley Kubrick (1928-1999), interpretado por Peter Sellers (1925-1980). O apelo antimilitarista da maioria da população mundial, naquela época, somado aos problemas inerentes à teoria emergente, mas incompleta, lançou uma sombra sobre os propósitos nebulosos dos pesquisadores desta área.

Apesar de sua “má fama”, diversos novos conceitos foram criados no sentido de aproximar a teoria da realidade vivida pelas pessoas nos seus conflitos cotidianos. Estudos de jogos repetitivos, com várias rodadas seguidas; estocásticos, cujos pagamentos sofrem variação numa porcentagem fixa; novos modelos de jogos, como a Batalha dos Sexos; e as representações de jogos na forma *extensiva*, de árvores com nós e ramos que esquematizam os movimentos tomados, e *estratégica*, com matrizes onde figuram a lista de estratégias de cada jogador e seus resultados cruzados em células individuais, são alguns exemplos dos muitos aspectos desenvolvidos depois de 1950. Em 1960, Thomas Cromble Schelling descreveu os efeitos da comunicação implícita e do chamado *ponto focal* para deliberação em jogos de motivação mista, intermediários à competição irrestrita e à pura colaboração. Mais uma vez, destacou-se os aspectos psicológicos e culturais que não eram passíveis de uma abordagem meramente matemática. Ao longo dessa década, outros dois autores - que, em 1994, dividiriam o prêmio Nobel de economia com John Nash -, Reinhard Justus Reginald Selten (1930–2016) e John Charles Harsanyi (1920-2000), propuseram, respectivamente, o conceito de *perfeito equilíbrio de subjogo* como refinamento do equilíbrio de Nash e uma distinção precisa dos compromissos, onde eles são obrigatórios e quando não são plenamente factíveis; bem como a teoria dos jogos de *informação incompleta*, para jogadores que têm de se valer da probabilidade, a fim de encontrarem uma solução.

Em 1972, John Maynard Smith (1920-2004), biólogo evolucionista inglês, introduz a ideia de estratégias evolutivamente estáveis (EEE, ou ESS, sigla de *evolutionarily stable strategy*) em uma teoria dos jogos evolucionários que transformou a biologia em uma das disciplinas que mais empregam a teoria dos jogos na análise dos problemas trabalhados. Em 1979, Daniel Kahneman - psicólogo israelense que ganhou o prêmio Nobel de economia de 2002 -, ao lado de seu colega e compatriota, Amos Tversky (1937-1996), publicou a Teoria das Perspectivas (*Prospect Theory*) como uma resposta aos desafios e críticas feitos por Allais, anos antes, sobre as condições psicológicas dos conceitos de utilidade e racionalidade adotados pela Teoria dos Jogos.

Os problemas que Nash havia percebido nos jogos repetidos foram aprofundados na teoria de Maynard Smith, cujo principal livro, *Evolution and the Theory of Games (Evolução e Teoria dos Jogos)*, fora lançado em 1982, e na Teoria da Cooperação de Robert Axelrod, iniciada em 1984 no seu *The Evolution of Cooperation (A Evolução da Cooperação)*. Daí em diante, a Teoria dos Jogos deixa de ser assunto exclusivo de economistas e matemáticos, passando a ser discutida abertamente por cientistas das mais diversas áreas do conhecimento. A biologia evolutiva destacou-se, mas também a psicologia, a neurologia e alguns filósofos mais avançados foram atraídos pelos jogos e sua capacidade de modelar o comportamento de agentes (racionais ou não) envolvidos numa interação e interessados nos resultados que os favoreçam preferencialmente.

Muitas correntes, além daquelas apontadas aqui, derivaram da Teoria dos Jogos

e não é exagero dizer que milhares de artigos nos mais diversos campos têm sido publicados todos os anos. Depois que Axelrod popularizou os torneios com simulações de estratégias para o Dilema do Prisioneiro Iterado (DPI), uma nova abordagem completamente diferente da tradição filosófica surgiu para avaliar a cooperação e o modo de interação entre agentes com um grau mínimo de racionalidade. Desde então, começou-se analisar como a cooperação, paradoxalmente, poderia emergir mesmo entre sujeitos egoístas, interessados, primeiro, em satisfazer seus desejos imediatos de sobreviver e reproduzir.

Qualquer que fosse o cenário, determinista ou indeterminista, simultâneo ou alternado, se constatou que o entendimento mútuo poderia ocorrer, desde que aplicada a estratégia adequada para cada situação. Outros modelos de jogos criados mostraram isso mais de perto. No jogo conhecido como Ultimato, pode-se perceber com nitidez a necessidade da atuação do comportamento equitativo para a solução alcançada. Outro modelo, chamado de Bens Públicos, o papel da punição e de um agente institucional são detectados no sentido de fazer valer os compromissos estabelecidos. A tais atributos - equidade e função do Estado -, que são centrais na filosofia política e na ética, acrescenta-se ainda o elemento discursivo, que em alguns jogos falados, não cooperativos, podem refinar a solução, quando vários equilíbrios são acessíveis.

A simulação por meio de jogos tornou-se ainda um elemento essencial no desenvolvimento de um programa de pesquisa, chamado Vida Artificial, que amplia as fronteiras da Inteligência Artificial a todo sistema de interação dos seres vivos. Do comportamento dos vírus a grandes impérios da história, o ciclo de “origem-escalada-apogeu-declínio” é reproduzido várias vezes em computadores, com objetivo de desvendar o programa que subjaz à evolução, de um modo geral. Tamanha diversidade de aplicações impede que o assunto tratado adote uma postura exaustiva e detalhada que mereceria o fenômeno interdisciplinar da Teoria dos Jogos. De acordo com os propósitos adotados, pretende-se enfatizar a apresentação nos conceitos e princípios básicos da Teoria dos Jogos e da Cooperação, nos pontos de interesse direto aos filósofos práticos (ética e política), destacando, no início, o papel da comunicação e, em seguida, o método da simulação, os jogos onde emerge a equidade e o papel de instituições, como o Estado.

### **§1. A Estrutura do Jogo: Conceitos e princípios**

A palavra “jogo”, que dá nome à teoria, foi alvo de diversos mal-entendidos desnecessários. Muitos consideravam a Teoria dos Jogos como algo frívolo, pouco sério, ou simplesmente não-científico, dada sua origem em estudos de jogos de salão, como pôquer, xadrez ou “pedra, papel e tesoura”. Por ter sido gerada num ambiente predominante masculino e antes dos movimentos sociais exigirem do mundo acadêmico a colocação de expressões “politicamente corretas”, a teoria está povoada por conceitos cujos termos fazem referências à “batalha dos sexos”, “conversa barata” (*cheap talk*), “blefe” e “pato” (*sucker*), entre outros jargões menos chocantes. Tecnicamente, no entanto, essa má impressão se desfaz quando se percebe que a aparente simplificação das relações entre indivíduos fornecida pela formalização matemática da teoria permite analisar com uma precisão até então desconhecida nas ciências sociais o comportamento dos agentes “racionais”, humanos ou não.

Para a Teoria dos Jogos, um *jogo* é definido por um conjunto de regras que estabelece seus cinco elementos constitutivos<sup>11</sup>:

1. o número de participantes;
2. as ações ou estratégias possíveis;
3. os resultados de cada jogador;
4. a função que permite a cada parte combinar suas estratégias e
5. a relação de preferências de cada um diante dos resultados.

Além disso, as regras delimitam o grau de informação permitido aos agentes. Os jogos são representações simplificadas de situações onde pelo menos uma pessoa age no sentido de maximizar a utilidade de suas ações levando em conta as reações de outros agentes. Trata-se, portanto, da descrição formal de uma situação interativa estratégica em que as partes devem resolver qual a melhor decisão a ser tomada, segundo o ponto de vista de um agente capaz de computar quais meios serão necessários para obtenção do fim esperado. Por conseguinte, um jogador possui como requisito mínimo uma racionalidade instrumental ou estratégica.

Jogos com apenas uma pessoa são considerados jogos contra a *natureza* (ou *Sorte*) - único agente considerado não-racional, mas que pode gerar indeterminação aos resultados, que passam a ser influenciados pela lei da probabilidade. A rigor, não há empecilhos formais para o estudo de jogos com um número infinito de participantes, embora seja mais frequente a pesquisa dos casos que envolvem duas partes, cuja visualização pode ser feita facilmente na forma dita *normal*, ou estratégica, e na forma *extensiva*. Na sua representação normal, os jogos são exibidos em matrizes nas quais as estratégias de cada jogador são listadas respectivamente nas linhas e colunas. Em cada célula da tabela, aparecem os ganhos que cada uma das partes obterá caso realize as ações às quais ambas estão vinculadas. Os ganhos do jogador da linha são grafados na primeira posição, à esquerda do par ordenado, e os do jogador da coluna vêm após a vírgula que os separa, à direita. A figura 1.1 traz a tabela geral da forma estratégica.

**Figura 1.1 Matriz Geral de Estratégias Puras**

		Coluna					
		1	2	...	$y_2$	...	$y_n$
Linha	1	$f(1,1)$	$f(1,2)$	...	$f(1,y_2)$	...	$f(1,y_n)$
	2	$f(2,1)$	$f(2,2)$	...	$f(2,y_2)$	...	$f(2,y_n)$
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
	$x_1$	$f(x_1,1)$	$f(x_1,2)$	...	$f(x_1,y_2)$	...	$f(x_1,y_n)$
	⋮	⋮	⋮		⋮		⋮
	$x_m$	$f(x_m,1)$	$f(x_m,2)$	...	$f(x_m,y_2)$	...	$f(x_m,y_n)$

<sup>11</sup> Para um jogo de forma normal, ou estratégica, apenas os três primeiros elementos são necessários à definição, mas para jogos não cooperativos os dois últimos itens são relevantes, com ensina WERLANG, S.R.da C. “**Jogos de Informação Incompleta**”, p. 2.

As matrizes são tabelas que servem para apresentar de forma compacta as respostas que podem ser esperadas em função das ações escolhidas simultaneamente. Aqui a ordem em que os jogadores atuam é irrelevante ao resultado. Também é desconsiderada a quantidade de vezes que os jogos se repetem, sendo a síntese de todos os jogos possíveis em suas rodadas infinitas, ou indeterminadas. A matriz concentra as informações disponíveis a cada jogador por igual. Por outro lado, dificulta a inclusão de um número muito grande de jogadores. Acima de dois jogadores, a representação deixa de ser bidimensional e passa a ser tridimensional, com três participantes, ou multidimensional, para mais de quatro jogadores.

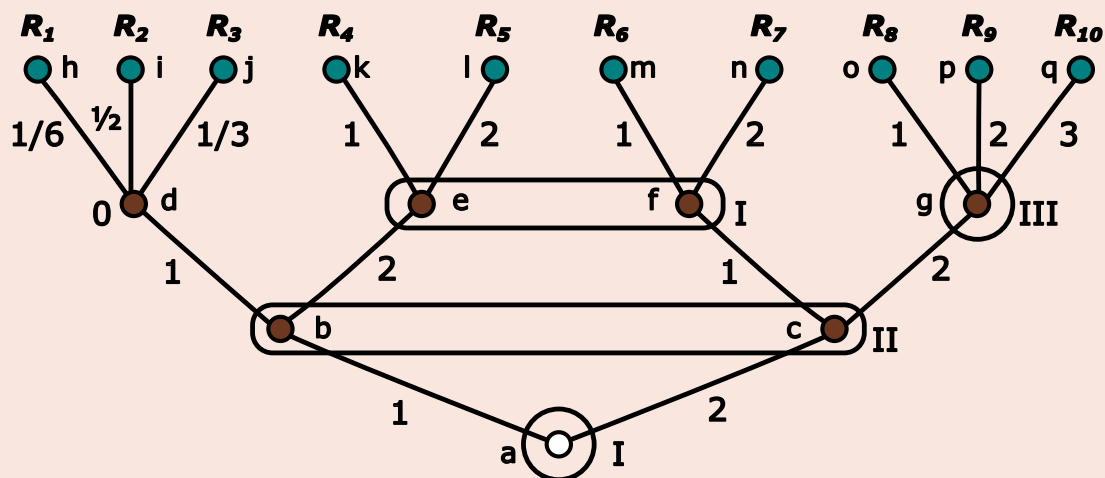
Jogos em que os detalhes omitidos pela forma estratégica são relevantes ficam melhor representados na descrição completa fornecida pela forma *extensiva*, desenhada no modelo estrutural de “árvores”. No esquema de *árvores*, a ordem deliberativa de cada jogador é observada, bem como o conjunto de informações de cada um. Os pontos apresentados - ou “nós” - são as decisões disponíveis e os traços - ou “ramos” - as alternativas de movimento e as ações que levam de um nó a outro, desde o ponto inicial - ou “raiz” - até o resultado final em cada terminal - ou “folha”. O caminho traçado, da raiz à folha, delinea todas as estratégias que podem ser realizadas. Motivo pelo qual as árvores só devem ser empregadas em jogos finitos. A forma extensiva permite uma análise direta da situação, já que apresenta toda estrutura das jogadas e das informações disponíveis de uma vez. Observando os nós e ramos da árvore, podem ser percebidos o número de jogadores, suas opções nos pontos de decisão, as posições intermediárias - ou movimentos - até os pontos terminais e a quantidade de jogadas a cada passo executado<sup>12</sup>. O *conjunto de informação* de cada jogador é limitado em cada rodada por uma linha que circunda os nós de decisão. Quando o jogador tem certeza em qual nó se encontra, este conjunto de informação é unitário. Cada nó e conjunto de informação são rotulados com o número ou letra de cada jogador, enquanto os ramos são rotulados com as alternativas de ação que partem de cada nó. As árvores são apropriadas para os jogos *sequenciais*, onde os agentes se movimentam numa ordem predeterminada (figura 1.2).

No exemplo da figura 1.2, vê-se a raiz, representada pelo ponto aberto “a”, responder ao conjunto unitário de informação inicial do jogador I, que tem duas linhas de ação a sua escolha, 1 ou 2. O jogador II deverá na sequência escolher também entre suas opções 1 ou 2. Contudo, dependendo do nó em que se localize, “b” ou “c”, poderá levar com que a natureza, jogador 0, venha executar o próximo movimento, caso sua alternativa 1 seja adotada a partir do nó “b”. Assim, haveria a probabilidade dos resultados de “ $R_1$ ” a “ $R_3$ ”, ocorrerem nas proporções que nomeiam seus respectivos ramos. De outro modo, se II selecionasse a estratégia 2, desde o ponto de decisão “c”, o jogador III entraria em cena para optar por uma de suas três ações que conduzem aos ganhos de “ $R_8$ ” a “ $R_{10}$ ”. Do contrário, as demais alternativas retornam a I a chance de escolher entre “ $R_4$ ” e “ $R_5$ ”, decidindo a partir de “e”, ou “ $R_6$ ” e “ $R_7$ ”, saindo de “f”. Todos os dez resultados possíveis deste exemplo distribuiriam, ao final, os pagamentos devidos aos três jogadores envolvidos (I, II, III), já que a natureza (0), embora possa atuar como um agente irracional gerador de incerteza, não obtém nenhum ganho das ações empreitadas.

12 Veja SHUBIK, M. *Teoría de Juegos en las Ciencias Sociales*, III.3.1 a III.3.3, pp. 48-53.



**Figura 1.2: Forma Extensiva - Esquema de Árvore de Kuhn**



A definição mais geral da forma extensiva para jogos com  $n$ -pessoas foi estabelecida por Harold William Kuhn (1925-2014), em 1953, no artigo “*Extensive Games and the Problem of Information*” (“*Jogos Extensivos e o Problema da Informação*”), ampliando a versão apresentada por John von Neumann, em 1928. A chamada árvore de Kuhn atende a sete condições:

- i. Um conjunto de  $n$  jogadores;
- ii. Estrutura de árvore enraizada, chamada *árvore* do jogo;
- iii. *Partição* do conjunto de nós em diversos subconjuntos, entre os jogadores;
- iv. Distribuição de probabilidade rotulando cada ramo brotado de um nó do subconjunto da *natureza*, jogador 0;
- v. A formação de *conjunto de informações* para cada subconjunto de nós de um jogador deve respeitar (a) o mesmo número de ramos correspondentes, saindo de cada nó diferente, e (b) cada *caminho*, partindo da raiz à folha, só pode cruzar um conjunto de informação uma única vez;
- vi. Cada folha contém, ao final, os *pagamentos* resultantes a cada jogador;
- vii. E, por fim, a descrição completa da árvore é de *conhecimento comum* a todos jogadores. Ou seja, cada um sabe o que os outros também sabem<sup>13</sup>.

Tantos os jogos cooperativos como os não-cooperativos - duas das principais divisões dos modelos de jogos teóricos que são abordadas a seguir - podem ocorrer em condições cujas tomadas de decisões dos participantes são feitas simultaneamente, em sequência ou a cada vez que os jogos são repetidos. Os jogos *simultâneos* são aqueles em que as escolhas das estratégias acontecem ao mesmo tempo, sendo, de preferência, representados por matrizes. Quando a ordem de atuação influencia o seu desenvolvimento, os jogos são chamados *sequenciais*. Nos jogos sequenciais finitos, a melhor forma de representação se dá por meio do esquema de árvores. Por fim, os jogos repetidos exigem que as mesmas opções de estratégias sejam exibidas em rodadas sucessivas, nas

<sup>13</sup> Veja HART, S. “*Games in Extensive and Strategic Forms*”, in AUMANN, R. & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 1, cap. 2, § 1, pp. 22/5.

quais os jogadores têm de decidir novamente se mantêm suas escolhas anteriores ou trocam de alternativa. A iteração que ocorre nesse último tipo de jogo faz surgir misturas de estratégias que não poderiam levar a uma solução equilibrada, quando jogadas de uma única vez, na condição pura do jogo base apresentado na primeira rodada. Jogos repetitivos também são chamados de *superjogos*. Nos *superjogos*, a memória exerce um papel crucial na construção de um equilíbrio que se torna muito difícil quando as ações dos jogadores não são plenamente recordadas ou são perturbadas pelo acaso. Os *superjogos* servem de base aos modelos de simulação utilizados em larga escala pela biologia, ciência da computação e demais disciplinas.

## Informações

Conforme a possibilidade ou não de comunicação e a quantidade de informação acessível, os jogos podem ser divididos em cooperativos ou não-cooperativos, de informação completa ou incompleta, perfeita ou imperfeita. Jogos *cooperativos* são aqueles em que a comunicação prévia é permitida entre os jogadores, antes de decidirem a estratégia que adotarão durante o jogo. Com isso, acordos irrevogáveis e automotivantes são passíveis de estabelecimento. Para ser eficaz, a comunicação precisa ser livre de distorção e sem qualquer custo para os falantes, isto é, a emissão de mensagens não implica em uma alteração direta da matriz original do jogo. Entretanto, embora a comunicação, à primeira vista, pareça facilitar a realização de contratos, também abre espaço para imposição de coalizões, ameaças e blefes que perturbam a produção dos melhores resultados para uma das partes. Uma visão mais abrangente do papel da comunicação será discutida de perto no próximo capítulo, dedicado a esse tema importante para a Teoria dos Jogos.

Jogos *não-cooperativos* proíbem que a comunicação prévia seja estabelecida, apesar de haver situações em que a sinalização acontece, bem como o encontro de *convenções* que ajudam a coordenar as ações dos agentes, com base no conhecimento comum partilhado pela cultura, convívio social ou capacidade cognitiva dos jogadores. Nestas ocasiões, um efeito chamado de “telepatia” emerge como forma de comunicação implícita entre falantes de uma mesma língua ou habitantes de uma mesma região ou grupo social, dotados de mentes semelhantes e conhecimento comum.

De todo modo, sendo ou não implementada a comunicação, quando os jogadores têm pleno conhecimento do número de participantes, da posição que cada um ocupa em cada etapa do jogo e dos resultados que todos podem obter, diz-se que o jogo é de *informação completa*. Na falta de um desses elementos informativos, o jogo é de *informação incompleta* e as características sobre o tipo dos jogadores deixam de ser de conhecimento comum, quebrando a simetria entre eles. Em jogos de *informação perfeita*, por meio de *indução reversa*, os jogadores podem conhecer toda história do jogo, antes mesmo de tomarem suas decisões. Todos os conjuntos de informação de uma árvore de jogo de informação perfeita são unitários. O que vale dizer que cada parte sabe em qual nó de um jogo sequencial está. Caso contrário, o jogo é chamado de *informação imperfeita*. Os participantes que se lembram, a cada rodada, de todos os lances anteriores efetuados desde o início do jogo possuem *memória perfeita*, enquanto os jogos em que não é possível ter toda essa informação do passado são chamados de *memória imperfeita*.



Uma maneira de trabalhar a falta de informação na modelagem dos jogos é introduzir a natureza como uma parte atuante em alguma jogada. Assim, as incertezas dos demais jogadores, em relação à definição das regras, podem ser interpretadas como probabilidades subjetivas, que a psicologia dos jogadores trata de estabelecer. Em diversos textos do final dos anos 1960 - onde se destaca “*Games with Incomplete Information Played by ‘Bayesian’ Players*” (“*Jogos com Informação Incompleta Jogados por ‘Bayesianos’*”, 1967-68) -, John Harsanyi sistematizou essa situação tratando os agentes como jogadores “bayesianos”, isto é, aqueles cujas incertezas podem ser operadas através de uma distribuição da probabilidade subjetiva conjunta partilhada por todos<sup>14</sup>. Embora a aplicação destas ideias seja difícil de ser observada por humanos e outros animais no seu dia a dia, o modelo de Harsanyi serviu para descrever as circunstâncias em que a informação é *assimétrica*, quando alguém dispõe de conhecimento privilegiado sobre os ingredientes do jogo que não é de domínio dos outros envolvidos na mesma situação dos jogos chamados de informação incompleta. De uma certa forma, também foi uma resposta à proposta feita por Thomas Schelling no segundo apêndice de *The Strategy of Conflict (A Estratégia do Conflito)* para o abandono da simetria na Teoria dos Jogos. A adoção desta sugestão trazia algumas dificuldades para a teoria, uma vez que o equilíbrio de Nash tinha como condição a simetria entre os jogadores, apesar da maioria dos casos interessantes envolverem movimentos assimétricos. A solução de Harsanyi produziu, então, equilíbrios Bayes-Nash para cada tipo de jogador que maximiza os valores esperados de acordo com as estratégias seguidas pelos outros, subentendendo a incerteza quanto ao tipo do outro jogador, que pode ser diferente tendo em vista a crença subjetiva na probabilidade prévia de distribuição desses tipos na natureza<sup>15</sup>. A *crença prévia comum* é a expectativa que todos jogadores têm sobre o modo da natureza produzir alternativas de forma aleatória. Tal crença nada mais é, portanto, que o conhecimento comum da probabilidade estimada de que um tipo de jogador venha fazer parte do jogo. De posse dessas informações os jogadores podem avaliar suas escolhas a partir de *probabilidades predeterminadas* de que esteja enfrentando um tipo diferente ou semelhante de respectivos oponentes. Toda essa discussão, entretanto, depende da maneira que a comunicação é tratada, tema que será mais desenvolvido, como já foi prometido, no segundo capítulo.

### *Soma Zero ou Variável*

Jogos não-cooperativos incluem, entre outras, uma categoria de confronto de interesses que é definida como estritamente competitiva. São situações extremas nas quais para um jogador ganhar, o outro tem necessariamente de perder, ou então as partes terminam o jogo sem saldo algum. Nos assim chamados jogos de soma zero, não há possibilidade de cooperação entre dois agentes egoístas, já que seus interesses são

14 Harsanyi aplicou em três artigos sucessivos chamados “**Game with Incomplete Information Played by ‘Bayesian’ Players**” a estatística bayesiana em jogos em que os participantes não são totalmente informados e têm incerteza quanto aos resultados obtidos, com intuito de achar uma solução racional para esses casos. A contribuição de Thomas Bayes (1702-1761), neste caso, resume-se ao seu método de encontrar a probabilidade de ocorrência de determinadas causas, antes do evento qualquer ser observado. Pelo teorema de Bayes, a probabilidade (P) de uma hipótese (h), ou informação, dada a sua evidência (e), ou evento, é igual ao produto das probabilidades da hipótese e da evidência dividida pela hipótese, sendo o resultado uma fração da probabilidade da evidência, ou  $P(h|e) = [P(h) \times P(e/h)] \div P(e)$ . A fórmula de Bayes é um método algébrico útil para determinação dos valores quando o esquema de árvore tem muitas alternativas que tornam sua construção muito complexa.

15 Veja SCHELLING, Th. C. *The Strategy of Conflict*, ap. B, pp. 277 e ss; VARIAN, H. R. *Intermediate Microeconomics*, cap. 15, §§ 15.12-13, pp. 279/82 e FIANI, R. *Teoria dos Jogos*, cap. 7, pp. 175 e ss. para introdução ao assunto.

totalmente opostos. Contudo, com mais de duas pessoas, coalizões de jogadores podem ser formadas contra a outra parte, motivo pelo qual os jogos passam a ser considerados cooperativos, admitindo a influência da comunicação prévia. Não obstante, a soma dos resultados de todos os jogadores envolvidos nessa interação é sempre igual a zero. Na matriz de jogos de duas pessoas e soma zero, por convenção omitem-se os ganhos relativos à coluna, que passam a ser inferidos a partir do resultado expresso para a linha, multiplicado por menos um (figura 1.3).

		Coluna		
		<i>Pedra</i>	<i>Papel</i>	<i>Tesoura</i>
Linha	<i>Pedra</i>	0	-1	1
	<i>Papel</i>	1	0	-1
	<i>Tesoura</i>	-1	1	0

De acordo com o teorema de Zermelo, publicado em 1913, no artigo “*Über eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels*” (*Sobre uma Aplicação da Doutrina Mista à Teoria do Jogo de Xadrez*), jogos finitos de soma zero com informação perfeita são *estritamente determinados*. Qualquer um dos jogadores tem a sua disposição uma estratégia capaz de garantir a vitória, ou ao menos o empate, a despeito de como o adversário atuará. Tal pressuposto pode ser demonstrado por contradição: ao admitir-se que um jogo soma zero finito, com informação perfeita, não é estritamente determinado, deve-se supor que nenhum jogador possui uma linha de ação que, desde o início do jogo lhe traga a vitória, pois, do contrário, o oponente não poderia encontrar outra que o permitisse vencer. Assim, o primeiro lance do jogo não será uma posição vitoriosa, qualquer que seja a posição inicial. Caso houvesse, o primeiro jogador mover-se-ia imediatamente para lá. Além disso, tal posição também não será vitoriosa para o adversário, pois se fosse assim teria desde o início condições de ganhar o jogo.

Por conseguinte, se a primeira jogada não assegura vitória, a segunda também não a garante, muito menos as demais, até o infinito. Contudo, se o jogo é finito, tem de haver uma posição final, na qual um dos jogadores alcance a vitória ou o empate. Logo, a condição da finitude do jogo contradiz a afirmação de que o jogo não é estritamente determinado, demonstrando, então, a validade do Teorema<sup>16</sup>.

*Pedra, Papel ou Tesoura* não é um jogo estritamente determinado por ser simultâneo e, portanto, de informação imperfeita, pois, qualquer estratégia que venha a ser adotada pode ser vencida por uma outra adequada do adversário<sup>17</sup>. Ambos escolhem suas ações ao mesmo tempo, sem saber qual será a decisão do outro, o que torna impossível uma solução usando apenas as estratégias puras. Não há, como se verá mais

16 Veja DAVIS, M. **Teoria dos Jogos**, cap. 2, apêndice, p. 32/4.

17 O tradicional **Pedra, Papel ou Tesoura** (originário do Japão) é um típico jogo simultâneo de soma zero. Quem escolhe a estratégia “pedra” (mão fechada) quebra “tesoura” (dedos indicador e médio abertos), empata com “pedra” e perde de “papel” (mão aberta). “Papel” cobre a “pedra”, empata com “papel” e perde de “tesoura”. Esta, por fim, corta “papel”, empata com “tesoura” e perde de “pedra”.

adiante, uma estratégia dominante, ponto de sela, ou equilíbrio entre as opções dos jogadores nessa circunstância. Já o xadrez, tal como o *jogo da velha*, é estritamente determinado.

Os jogos de soma zero tiveram sua análise esgotada em *Theory of Games and Economic Behavior*, de John von Neumann e Oskar Morgenstern. E durante o curto período que antecedeu a tese de John Nash, mesmo os jogos de soma diferente de zero poderiam ser tratados como de soma zero, bastando para tanto, introduzir um jogador a mais que assumisse as perdas da totalidade ganha pelos outros jogadores. Como propunham Von Neumann e Morgenstern, esse jogador “não teria influência direta no curso do jogo”<sup>18</sup>. Seu papel, embora fictício, muitas vezes poderia ser associado à função exercida pela natureza, ou o tesouro nacional de um país qualquer, nos jogos de uma ou mais pessoas em que os recursos naturais ou monetários são partilhados pelos jogadores que tomam a decisão de dividir esses bens entre si. Nesses casos, a natureza ou o tesouro assumiriam os prejuízos ou absorveriam os excedentes gerados pela interação dos demais jogadores. Muitos autores consideram a redução dos modelos de jogos à soma zero de pouca utilidade para as ciências sociais, pois, como lembra Silvia Nasar, “até mesmo na guerra há, quase sempre, algo a ser obtido da cooperação”<sup>19</sup>. Não obstante, reconhecer jogos de soma zero, numa escala mais ampla, ajuda a entender melhor os problemas ambientais, na perspectiva da *tragédia dos comuns* apresentada pelo biólogo Garrett Hardin (1915-2003) no artigo *The Tragedy of the Commons* (*A Tragédia dos Comuns*), de 1968.

Hardin imaginou a situação de pecuaristas que mantêm a maior quantidade de gado possível em terras devolutas, sem dono, mas de uso comum. Tudo vai bem enquanto o crescimento vegetativo da população fica abaixo da capacidade da terra se recuperar. Porém, paradoxalmente, quando as metas de bem-estar social conseguem tornar prósperas as vidas das pessoas, o número crescente de gado no pasto, acaba levando à ruína os criadores que buscam maximizar seu ganho na venda de carne ou leite, já que o custo de manutenção de cada animal não pode mais ser suportado pelos recursos “gratuitos”, mas limitados da natureza<sup>20</sup>. O mesmo acontece com o crescimento populacional, a poluição, a devastação das florestas e todo tipo de ação que vise tirar proveito das externalidades dos bens públicos.

Todavia, jogos que não são estritamente competitivos permitem aos participantes preferirem opções que não estão em total oposição entre eles. Um jogador pode desejar obter um resultado que o favoreça, sem necessariamente causar prejuízo ao outro. O que não é possível em jogos de duas pessoas e soma zero. Ademais, jogos de soma *variante*, diferente de zero, ao serem repetidos várias vezes podem promover a cooperação, apesar de nenhuma comunicação prévia ter ocorrido. Através de vias indiretas, como a *sinalização*, *convenções* ou encontro de *pontos focais*, tacitamente, as escolhas de estratégias favoráveis entre as partes acontecem assim que uma solução única se mostre nítida a todos de modo semelhante.

Ao contrário dos jogos de soma zero, onde uma solução direta é passível de ser encontrada por meio de estratégias *minimax*, ou *maximin* - abordadas no próximo

18 VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*, p.506.

19 Veja NASAR, S. *Uma Mente Brilhante*, cap. 9, p. 120.

20 Veja HARDIN, G. “*The Tragedy of the Commons*”.

ponto -, os de soma variável apresentam características de competição e cooperação que dificultam bastante a busca de uma solução que seja aplicável a todos os casos. Sem embargo, a abordagem ampla de jogos não estritamente competitivos e de soma diferente de zero só foi possível depois de John Nash ter descoberto para os jogos não-cooperativos uma solução geral que abrangeu também os cooperativos. Enquanto nos jogos cooperativos os acordos obtidos tornavam obrigatória sua execução, nos jogos não-cooperativos não fica claro se os contratos possíveis serão cumpridos, em parte ou em sua totalidade, como ocorre quando se defrontam seres egoístas, dotados de racionalidade instrumental, que usam de qualquer meio para satisfazerem seus interesses imediatos. A prova da existência de um *ponto de equilíbrio*, do qual nenhum jogador poderia fugir unilateralmente sem afetar o resultado do outro, serviu não só para resolver os problemas formais restritivos da Teoria dos Jogos cooperativos, mas fez com que as ciências sociais pudessem aplicar esse tipo de ferramenta de análise fora dos domínios da economia e da matemática.

De qualquer maneira, todos os jogos proporcionam a oportunidade de avaliar formalmente a relação das listas de preferências manifestas, de duas ou mais pessoas. Contudo, durante o desenrolar das partidas, aspectos psicológicos estão a todo momento ameaçando a manutenção da racionalidade estratégica pressuposta pela Teoria da Utilidade adotada no modelo de jogos. Utilidade é um dos diversos termos da teoria que causam confusão entre os filósofos. A moderna teoria da utilidade traçada por Von Neumann e Morgenstern difere em muitos pontos da antiga noção de utilidade que subjaz, principalmente, ao Utilitarismo dos seguidores de Jeremy Bentham (1748-1832) - sobretudo o caráter moral que obrigaria aos governos maximizar a utilidade da maioria da população, sem considerar os ganhos individuais em primeiro lugar<sup>21</sup>.

### *Utilidade*

Tudo que Von Neumann e Morgenstern pretendiam construir com o livro de 1944 era um mero procedimento matemático que pudesse servir como instrumento de análise de situações em que se pode comparar as utilidades das pessoas envolvidas. Em outras palavras, o problema da comparação das utilidades era visto como uma tentativa de avaliar o conjunto de possibilidades de atuação de um agente (indivíduo ou grupo), com objetivo de maximizar ou minimizar a sua satisfação ou frustração, segundo uma lista de preferências. O que não quer dizer que a maximização da utilidade tenha de contemplar apenas interesses mesquinhos ou egoístas, no sentido de exclusividade. Irmã Dulce (1914-1992) ou a Madre Teresa de Calcutá (1910-1997), ao buscarem fornecer o máximo de recursos aos pobres e miseráveis, no Brasil e na Índia, respectivamente, estavam também, do ponto de vista da teoria dos jogos, maximizando seus próprios interesses. Como diria o psicólogo e matemático canadense Anatol Rapoport (1911-2007), “não há contradição entre esse impulso de caridade e a maximização da utilidade”<sup>22</sup>. Assim, para a Teoria dos Jogos, a utilidade nada mais é do que uma unidade de medida padrão expressa em *util* (no plural, *utiles*) ou em valores monetários.

Quanto às circunstâncias em que é feita, a seleção da linha de ação que será

21 O que não impediu o psicólogo Daniel Kahneman de tentar uma aproximação entre os dois conceitos no artigo “**Experienced Utility and Objective Happiness**” (2000), incluído na coletânea KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. **Choice, Values and Frames**, bem como Harsanyi de defender a validade do utilitarismo frente a outras teorias morais, com base na teoria dos jogos (em HARSANYI, J. “**Game and Decision Theoric Models in Ethics**”).

22 RÁPOPORT, A. **Lutas, Jogos e Debates**, part. II, cap. VI, p. 97.

adotada se faz sob condições de *certeza*, *risco*, *incerteza* ou, como Robert Duncan Luce (1925-2012) e Howard Raiffa acrescentaram, à luz de evidências empíricas que misturam risco e incerteza<sup>23</sup>. Num cenário de *certeza*, sabe-se que cada ação conduzirá invariavelmente a um resultado específico. Sob *risco* são tomadas as decisões cujas ações levam a um dos possíveis resultados esperados a uma taxa de probabilidade conhecida - como os 50% de chances de sair ou cara ou coroa no lançamento de uma moeda ao ar. A *incerteza* diferencia-se do risco pelo fato da probabilidade não ter uma proporção fixa predeterminada - as chances de chover amanhã, por exemplo. Para que as escolhas sejam plausíveis, um conjunto de axiomas propostos por Von Neumann e Morgenstern e sustentado por vários autores postula, em geral, que haja pelo menos:

- a. ordenamento das alternativas;
- b. transitividade das preferências;
- c. continuidade;
- d. combinação e substituição delas por chances de obtenção de um ganho ao qual se é indiferente.

O *ordenamento* das preferências, ou indiferença, exige que o jogador prefira uma oportunidade a outra ou seja indiferente às duas. Assim, para o teórico dos jogos não haveria coisa alguma que não fosse passível de comparação com outro objeto, alvo de crença ou desejo. Na comparação entre objetos, *sorteios* compostos, nos quais se passa de um sorteio para o outro, podem ser reduzidos a uma simples *loteria* em que a probabilidade final de alcançar um resultado incorpora as chances de cada ramo que traça o caminho que leva até o nó terminal, na forma extensiva. A *transitividade* das preferências e indiferenças das coisas e loterias é uma relação que evita a circularidade e inconsistência que tornariam praticamente intratável a teoria da utilidade. Pois, se alguém prefere “A” a “B” ( $A > B$ ) e “B” a “C” ( $B > C$ ), conclui-se que também prefira “A” a “C” ( $A > C$ ), ou seja indiferente caso haja indiferença entre “A” e “B” ( $A = B$ ) e “B” e “C” ( $B = C$ ). Se a probabilidade de ganhar algo desejado for indiferente à posse de um outro objeto de ganho certo, o jogador deverá arriscar-se ao sorteio sempre que existir um número racional entre 0 e 1 ao qual se esteja indiferente entre uma loteria que envolva o objeto mais querido e a posse de outra coisa inferior. O que, em resumo, equivale à existência de uma *continuidade* na lista de preferências de um agente e um ponto em que se possam estabelecer comparações entre elas: “tudo tem seu preço”. Por conseguinte, exige-se que um sorteio possa ter um de seus prêmios *substituídos* por outro, permanecendo as demais alternativas inalteradas, sem que se mudem as preferências do jogador entre o prêmio original e o substituto, de modo que a primeira loteria e a nova sejam indiferentes. Ou seja, um jogador que se mostrar indiferente entre um prêmio novo e o anterior, também deverá sê-lo quanto às duas loterias propostas nas mesmas condições. Assim, se uma substituição provocar uma melhoria na premiação, a loteria modificada deverá ser melhor que a original. Tal pressuposto é conhecido ainda como a hipótese de *independência das alternativas relevantes*, ponto crucial na discussão que o economista francês Maurice Allais estabeleceu em 1953. Afinal, havendo a possibilidade de mais de um sorteio ocorrer, aquele cuja probabilidade de obtenção de algo que seja melhor for maior deverá ser o escolhido, de acordo com uma última

---

23 De acordo com LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Games and Decisions*, § 2.9, p. 37.

condição chamada *monotonicidade*.

A função de utilidade, portanto, faz a associação de números às preferências e às circunstâncias em que a sorte leva a resultados finais almejados. Ela permite a comparação das utilidades de diferentes pessoas como medidas intervalares de escalas diferentes ou mesmo desconhecidas. Como explica Rapoport, o ponto zero e a unidade das escalas podem ser arbitrários, bastando apenas a determinação da proporção de cada par de diferenças da utilidade, do mesmo modo que se comparam as escalas de temperatura, seja em graus Celsius, Fahrenheit ou Kelvin<sup>24</sup>. Entretanto, a pretensão de quantificar qualquer objeto que seja alvo do interesse de um agente, incluindo sentimentos subjetivos, abriu espaço para diversas especulações, apoiadas em experimentos laboratoriais e de campo. Allais argumentou que indivíduos, em geral, não consideram as probabilidades objetivas em suas decisões, mas adotam probabilidades subjetivas, representações psicológicas, quando defrontados a situações de risco. Na prática, isso poria abaixo os axiomas de independência forte ou substituição.

Entre escolhas de ganhos certos e indeterminados como neste exemplo em que a...

A. certeza de receber 100 milhões ou a

B. probabilidade de 10% de ganhar 500 milhões e 89% de ganhar 100 milhões e 1% de nada obter;

...a maioria das pessoas prefere a opção “A” mais do que “B” ( $A > B$ ). Contudo, quando o quadro muda e são oferecidas as chances de...

C. ganhar 100 milhões a 11% e 89% de nada ganhar ou

D. 10% de ganhar 500 milhões e 90% de obter zero

...agora a maior parte responde preferir “C” a “D” ( $C > D$ ), embora o valor de cada alternativa seja respectivamente: 100 milhões para “A”; 139 milhões a “B”; 11 milhões a “C” e 50 milhões a “D”. O que significa que a relação de preferências entre esses resultados não preserva os mesmos valores em circunstâncias objetivamente semelhantes, pois o desejo pelo ganho certo que a maioria das pessoas manifesta, quando indica “ $A > B$ ”, não se repete na variação presente em “ $C > D$ ”, cuja diferença de 39 milhões é igual nas duas loterias<sup>25</sup>.

Este exemplo fornecido por Allais apontou para uma forte deformação provocada pelos valores psicológicos sobre a expectativa de resultados, cuja pretensão de satisfação absoluta da utilidade, através de escolhas aleatórias, se mostrou inviável, devido aos desvios empreendidos às estratégias preferidas na presença de fatores de risco. Os componentes psicológicos, que tanto influenciam as decisões corretas, tiveram então de serem melhor avaliados pelos psicólogos e teóricos dos jogos que, embora reconhecessem as dificuldades de formalização do processo amplo de deliberação que envolve os sentimentos emersos de cenários incertos, percebiam que suas principais falhas recaíam sobre a descrição da condição natural do agente e não sobre o método de axiomatização, propriamente dito, empregado pela teoria. As tentativas de Har-

24 Veja RAPOPORT, A. *Op. cit.*, part. II, cap. VI, pp. 98 e ss. para conhecer essa passagem e os detalhes do exemplo esclarecedor da temperatura.

25 Veja ALLAIS, M. F. Ch. “*Le Comportement de l’Homme Rationnel Devant le Risque*”, p. 527.



sanyi ou Kahneman e Tversky, para citar apenas os laureados com Nobel, ajudaram a traçar com maior precisão a maneira adequada de se chegar a uma solução com o uso do cálculo das probabilidades e com a percepção dos efeitos da aversão e busca do risco nos casos de ganhos e perdas, respectivamente.

## §2. *Estratégias Dominantes, Maximin, Mistas e Noção de Equilíbrio*

Após estabelecer a lista ordenada de suas preferências e relacioná-las a uma função de utilidade, os agentes devem estar aptos agora para preencherem as matrizes e os esquemas de árvores, segundo as linhas de ação disponíveis. Os valores que cada parte receberá com o encontro dessas estratégias dependerão das escolhas que fizer individualmente. Por princípio, supõe-se que todos busquem maximizar seus resultados e, ainda que não consigam, se empenhem para que isto ocorra. A Teoria dos Jogos tem instrumental suficiente para analisar jogos de azar - dados e roleta, por exemplo -, mas vai além da simples teoria dos jogos de azar que tem sua sustentação na teoria da probabilidade. Nos *jogos de azar*, a natureza é o único jogador com o qual se tem que defrontar, bastando apenas apurar a utilidade esperada com base no cálculo das chances de um resultado acontecer. Porém, nos *jogos de estratégias* - desde o jogo da velha ao xadrez, passando pelos jogos de cartas como pôquer, *bridge* ou sueca - presume-se que haja mais de um jogador racional, cujas deliberações levam em conta, recursivamente, aquilo que o adversário fará em consequência de seu raciocínio pressuposto. Ademais jogos de estratégias que envolvem *habilidade* dos jogadores - como o duelo e os esportes olímpicos, em geral - também são passíveis de estudos semelhantes aos feitos por Martin Shubik em *Teoria dos Jogos nas Ciências Sociais*, de 1982, onde se avalia o momento exato de se realizar as melhores estratégias disponíveis, com as chances adequadas de se acertar o alvo.

Para não sobrecarregar demais esta introdução à Teoria dos Jogos e da Cooperação, nos concentramos nos jogos de estratégia entre dois jogadores que disponham de duas estratégias (2 x 2) que, embora façam forçosas simplificações, servem de modelo explicativo para um vasto espectro de situações cotidianas em que os interesses dos jogadores podem coincidir ou divergir em parte. Na perspectiva dos jogos, estratégias são programas que instruem qual linha de ação um jogador adotará durante toda partida, antes mesmo dela começar, dependendo do que o adversário fará. Em termos de jogos extensivos, uma estratégia descreve o caminho que um jogador percorrerá desde o seu primeiro lance até o nó terminal. Quando o jogo ou a interação entre mais de um agente interessado em satisfazer ao máximo sua utilidade acontece em mais de uma etapa de decisão, as estratégias devem traçar um plano de escolhas para cada ponto de decisão, formando uma sequência completa de movimentos, através dos conjuntos de informações disponíveis, tendo em vista os melhores valores oferecidos no final. Há uma forte interdependência das decisões que os adversários tomarão em suas expectativas recíprocas do comportamento do outro. O processo de deliberação que visa maximizar os ganhos finais tem, portanto, de compreender adequadamente a capacidade do oponente reagir a suas ações, conforme a conduta esperada entre seres semelhantes, nem sempre racionais de todo.

Cada jogador dispõe de um conjunto de estratégias puras que podem ser misturadas entre si e combinadas com as dos outros agentes. De acordo com a combinação específica para as estratégias de diferentes jogadores, os resulta-

dos finais para cada indivíduo corresponderão um ganho próprio que relacionado ou não com a solução do jogo. Na matriz simples, desenhada na figura 1.4...

**Figura 1.4**

		Coluna	
		<i>Esquerda</i>	<i>Direita</i>
Linha	<i>Alto</i>	1, 1	1, 0
	<i>Baixo</i>	0, 1	0, 0

...não é difícil para as partes coordenarem suas ações em direção ao resultado do alto, à esquerda. Pois ambos possuem estratégias dominantes que se encontram naquela célula da matriz 2 x 2. Para Linha, Alto é a estratégia que domina Baixo, qualquer que seja a escolha que a Coluna faça. Isto é, garante-lhe o melhor ganho (1) caso Coluna jogue Esquerda ou Direita, frente aos ganhos de Baixo (0). Por sua vez, Coluna tem em Esquerda a sua dominante, já que é a única a lhe fornecer um a mais do que o zero da Direita, a despeito do que Linha jogue. Assim, (1, 1) será o par de recompensas que soluciona facilmente interações desse tipo entre agentes racionais, sem muitos sustos, graças à dominância de suas estratégias mútuas. Os interesses de ambos convergem para o alto, à esquerda.

Até aqui, nenhum problema em relação aos aspectos psicológicos da outra parte poder afetar os ganhos esperados de um jogador racional. Coisa diferente enfrentam as pessoas quando uma pequena mudança nos ganhos da matriz passa a comprometer uma eficiente coordenação das ações. A figura 1.5 apresenta dois resultados conjuntos que favorecem ambos jogadores. Agora não há uma estratégia dominante a orientar as escolhas dos dois. No entanto, é preciso que os atores cheguem a um acordo sobre quais de suas estratégias conjuntas, (alto, esquerda) ou (baixo, direita), ambos adotarão a fim de maximizar suas utilidades esperadas. Na ausência de qualquer meio de comunicação ou de uma dica que indique uma regra de coordenação, os jogadores precisam buscar um ponto focal que sirva como sinal para o encontro no lugar adequado. Esse sinal deve estar oculto de tal modo que permita sua localização de forma rápida, mas não tão fácil como no jogo da figura 1.4. A solução desse enigma só é possível se estiver ao alcance da capacidade racional dos agentes. Alguma experiência comum prévia deverá ter sido partilhada antes pelos jogadores, para facilitar o estabelecimento de uma convenção que, na ausência de uma outra “cola”, será adotada tacitamente pelos participantes de uma mesma cultura. Por exemplo, membros da cultura ocidental, que desde a infância são acostumados a iniciar a escrita da esquerda para a direita e de cima para baixo, poderiam concordar em selecionar as estratégias “alto e esquerda”. Contudo essa dica poderia ser confusa caso “baixo, direita” viesse grafada com letras maiúsculas ou um mediador confiável sugerisse sua escolha. Segundo Thomas C. Schelling, para situações como essas a Teoria dos Jogos deveria incorporar habilidades ao agente que vão além da mera racionalidade estratégica, tais como restrições estéticas, casuísticas e geométricas que eliminassem as ambiguidades que perturbam os acordos tácitos<sup>26</sup>.

26 Veja SCHELLING, Th. C. *The Strategy of Conflict*, ap. C, p. 295.



Figura 1.5			
		Coluna	
Estratégias		<i>Esquerda</i>	<i>Direita</i>
Linha	<i>Alto</i>	1, 1	0, 0
	<i>Baixo</i>	0, 0	1, 1

Tanto “alto-esquerda”, como “baixo-direita”, não constitui a rigor uma solução para jogos do tipo da figura 1.5. De fato, no sentido que Luce e Raiffa deram à solução no estrito senso, para ocorrer em jogos não-cooperativos seria preciso:

1. existir um par em equilíbrio entre os conjuntos de pares de estratégias admissíveis; e
2. que todos os pares em equilíbrio admissíveis fossem ambos intercambiáveis e equivalentes<sup>27</sup>.

Desde John Nash, um *ponto de equilíbrio* é todo aquele que seja o encontro das estratégias ótimas de cada jogador com as dos adversários<sup>28</sup>. Por exemplo, “alto-esquerda” está em equilíbrio nas Figuras 1.4 e 1.5, enquanto “baixo-direita” apenas na segunda matriz. Entretanto, na Figura 1.4, só “alto-esquerda” é uma solução no estrito senso, embora não seja na Figura 1.5, que inclui “baixo-direita”. Pois, neste caso, não se pode trocar as estratégias da linha pelas da coluna de modo a formar outros pares equivalentes, ou seja: “alto-esquerda” (1, 1) e “baixo-direita” (1, 1) não são intercambiáveis, porque “alto-direita” (0, 0) ou “baixo-esquerda” (0, 0) não formam os mesmos resultados em equilíbrio.

Para solução de jogos onde os interesses dos participantes coincidem, a comunicação pode vir a resolver satisfatoriamente, promovendo a cooperação e coordenando as ações. Contudo, em jogos *tácitos*, quando ela não é possível explicitamente, as dificuldades técnicas podem ser superadas por normas culturais, convenções ou pontos focais partilhados e pela simetria que assegura um comportamento semelhante aos agentes em jogos cooperativos. Assim que a estratégia comum é percebida, não há porque desviar do consenso, sem perdas mútuas. Se nenhum acordo implícito é previsto, só se pode esperar que o resultado alcançado seja a média dos pares em equilíbrio, no caso da figura 1.5, meio para ambos jogadores.

Ao transformar a matriz da figura 1.5 em jogo de soma zero, como na figura 1.6. Desaparece o interesse por uma solução que vise coordenar as escolhas conjuntas, uma vez que cada um procura jogar sua estratégia dominante alto e direita, respecti-

27 LUCE, R. D. & RAIFFA, H. **Games and Decisions**, § 5.9, p. 107.

28 NASH, J. “**Non-Cooperative Games**”, p. 287.

**Figura 1.6**

		Coluna		Mínimo <i>linha</i>	Máximo <i>linha</i>
		<i>Estratégias</i> Esquerda	Direita		
Linha	Alto	1, -1	0, 0	0	0
	Baixo	0, 0	-1, 1	-1	1
Máximo	<i>coluna</i>	1	0	0	—
Mínimo	<i>coluna</i>	-1	0	—	0

vamente, para a Linha e Coluna. O encontro dessas duas estratégias resulta em zero para ambos jogadores, em “alto à direita”. Um ponto de equilíbrio que corresponde ao chamado ponto de sela nos jogos de soma zero. Este representa, para Linha, o máximo dos ganhos mínimos em suas linhas e o mínimo dos máximos de suas colunas. De modo inverso, para Coluna, é o mínimo dos máximos em suas linhas e o máximo dos mínimos de suas colunas. Em outras palavras, do ponto de vista da Linha, é o ganho menor em uma linha que seja o maior na mesma coluna (*maximin*); ou, da perspectiva da Coluna, o maior ganho de uma linha que também é o menor da coluna. Trata-se de uma posição em que cada um dos jogadores procura fazer o melhor para si tendo em vista a oposição do outro, diminuindo ao mínimo suas perdas esperadas. Aqui, a comunicação em nada ajuda a melhorar o resultado final do jogo, pois os interesses são totalmente opostos: para Linha escolher “alto” é a única solução admissível, já que se optasse por “baixo”, Coluna, ao selecionar “direita”, lhe proporcionaria o pior resultado (-1), ao passo que permanecendo no “alto”, o mínimo que ganharia seria zero. Por outro lado, Coluna também sabe que, se escolhesse “esquerda”, poderia perder -1, enquanto “direita” lhe garante ao menos zero<sup>29</sup>.

No jogo de soma zero, o encontro de duas estratégias dominantes correspondem a um ponto de sela. Entretanto, quando não há uma dominância entre as estratégias, pode haver mais de um ponto de sela ou mesmo nenhum. A existência de pontos de sela significa que há possibilidade de uma solução minimax, ou maximin, como fora previsto por Von Neumann e Morgenstern<sup>30</sup>. Sempre que houver mais de um ponto de sela, todos os resultados serão iguais. No caso desses resultados serem intercambiáveis, o jogo terá então uma solução no estrito senso, como nos jogos de soma variável.

### *Estratégias Mistas*

Embora a solução maximin pareça razoável para jogos de soma constante, quando não há ponto de sela ou a soma é diferente de zero, será necessário fazer uma mistura que diminua os riscos de perdas ou promova outro ponto de equilíbrio que não se alcança apenas com o recurso de estratégias puras ou estritas - aquelas que são listadas nas matrizes básicas. Quando os interesses não são totalmente opostos ou coinciden-

29 Os detalhes técnicos dos pontos de sela podem ser apreciados diretamente em VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*, §§ 13.4.1 a 3, pp. 93-5. Para uma explicação informal, veja RÁPOPORT, A. *Lutas, Jogos e Debates*, part. II, cap. VII, pp. 104 a 109.

30 Veja VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Op. cit.*, § 17.6, pp. 153-155.

tes, é possível achar estratégias *mistas* que ofereçam um melhor saldo para ambos jogadores, em equilíbrio de Nash. Na próxima matriz, figura 1.7, as circunstâncias não são plenamente competitivas ou de mera coordenação das ações. Os agentes devem buscar um consenso sobre qual dos resultados mostrados eles se encontrarão, a fim de evitar os piores resultados.

Figura 1.7			
		Coluna	
		Estratégias	
Linha	Alto	2, 1	0, 0
	Baixo	0, 0	1, 2

À primeira vista, uma rodada de comunicação prévia poderia solucionar o problema, não fosse a tentação de um deles ameaçar jogar sua estratégia favorita, cortando, em seguida, a ligação entre os dois. Linha, por exemplo, caso falasse primeiro, afirmaria a disposição de jogar “alto”, e ponto final! Sem deixar à Coluna outra opção além de seguir pela “esquerda”, pois ganhar um seria melhor do que nada. Imaginar o inverso disso faria com que Coluna dissesse “direita”, obrigando Linha jogar “baixo”. Tem-se, então, a situação interpretada por Luce e Raiffa como uma “Batalha dos Sexos”, onde um casal teria de decidir qual programa para a noite: ir ao balé ou assistir uma luta de boxe<sup>31</sup>. A senhorita Linha prefere ir ao Balé com o senhor Coluna, em primeiro lugar. Sua segunda preferência é ir ao Boxe com ele. Ao contrário, o senhor Coluna prefere esta última possibilidade antes de tudo, sendo seu “plano B” ir ao Balé com ela.

Na Batalha dos Sexos, nenhuma estratégia pura garante uma solução para o jogo. Ainda que alguém ameace seguir sua estratégia favorita, não raro a retaliação do outro ocorre na escolha de sua própria estratégia preferida, com intuito de preservar a reputação de pessoa firme que não se curva a ameaças. Só o recurso a uma mistura de suas estratégias estritas permite encontrar um resultado que pareça satisfatório para ambos os jogadores. O teorema minimax, ou maximin, ofereceu como solução para essas circunstâncias a aplicação das estratégias disponíveis segundo uma taxa de frequência determinada<sup>32</sup>. A fim de obter-se a melhor mistura, que garanta, ao menos, o mais alto ganho entre os piores, o método simples para jogos 2 x 2, descrito por Rapoport<sup>33</sup> consiste em encontrar a diferença entre as notações das duas estratégias Alto e Baixo, para o jogador da linha, fazendo depois a razão da segunda diferença em relação à primeira. Na figura 1.7, para descobrir sua mistura minimax, a Linha deve subtrair zero de um na estratégia “Alto” e zero de dois na estratégia “Baixo”, cuja razão em relação à primeira produz 2:1, o que leva a uma proporção de (2/3 Alto, 1/3 Baixo).

31 Em LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Op. cit.*, § 5.3, pp. 90 e ss.

32 Veja RAPOPORT, A. *Lutas, Jogos e Debates*, cap. IX, pp. 122 e ss.

33 Em RAPOPORT, A. *Op. cit.*, cap. IX, p. 123. SIMONSEN, M. H. *Teoria dos Jogos*, 1.7, pp. 11 e ss. oferece a técnica formal para encontrar-se os valores de uma estratégia mista em jogos bi-matriciais.

Por sua vez, Coluna diminui zero de dois e zero de um, à esquerda e à direita, gerando 1:2 e, em consequência, (1/3 Esquerda, 2/3 Direita). Agora, ambos jogadores podem calcular o valor esperado para a situação em que se encontram. Linha multiplica a proporção de Alto com a probabilidade da Coluna fornecer-lhe dois ou zero, somando a proporção de Baixo e multiplicando as chances de obter zero ou um, do seguinte modo:

$$\begin{aligned} v(l) &= 2/3(1/3 \times 2) + 2/3(2/3 \times 0) + 1/3(1/3 \times 0) + 1/3(2/3 \times 1) = \\ &= 2/3 \times 2/3 + 1/3 \times 2/3 = \\ &= 4/9 + 2/9 = 6/9 = 2/3 \end{aligned}$$

E conclui que seu valor será de 0.66 *util*. Menos do que um *util* certo que ganharia em Baixo-Direita. Fazendo as contas de seu valor, Coluna chega à conclusão semelhante, simetricamente:

$$\begin{aligned} v(c) &= 1/3(2/3 \times 1) + 1/3(1/3 \times 0) + 2/3(2/3 \times 0) + 2/3(1/3 \times 2) = \\ &= 1/3 \times 2/3 + 2/3 \times 2/3 = \\ &= 2/9 + 4/9 = 6/9 = 2/3 \end{aligned}$$

Por causa da simetria do jogo, as misturas de estratégias minimax garantem aos dois jogadores os mesmos resultados conjuntos (0.66, 0.66), nesta versão da Batalha dos Sexos<sup>34</sup>. O sucesso que a minimax oferece em jogos de soma zero, ao reduzir ao mínimo as perdas de cada parte, nem sempre é garantia de boa escolha em jogos de soma variante. A Batalha dos Sexos não é um jogo de soma constante e soluções melhores podem ser encontradas, como se verá quando os *jogos falados* forem analisados na segunda unidade deste curso. Quando se trata de ganhar ou perder, a mistura minimax pode vir a ser o único conselho a sugerir, como na figura 1.8, montada por Rapoport<sup>35</sup>.

**Figura 1.8**

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Estratégias		
	Alto	-1	5
Baixo		3	-5

Semelhante à Batalha dos Sexos, aqui não há um ponto de sela que represente a maximin das estratégias puras. A estratégia mista maximin da Linha chega ao

34 A rigor a versão original deste jogo, criado por Luce e Raiffa, proporciona os resultados negativos (-1, -1) para as estratégias Alto-Direita e Baixo-Esquerda; enquanto David Marc Kreps constrói sua matriz de um modo mais realista assim:

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Estratégias		
	Alto	5, 4	1, 1
Baixo		0, 0	4, 5

Para explorar as consequências destas mudanças, veja 29 e KREPS, D. M. **Games Theory and Economic Modelling**, cap. 4, pp. 39 e ss.

35 Veja RAPOPORT, A. **Idem**, cap. IX, pp. 125 e ss.

valor de  $5/7$  *util* com a proporção ( $4/7$  Alto,  $3/7$  Baixo), da mesma forma que mistura maximin da Coluna ( $5/7$  Esquerda,  $2/7$  Direita). Com isso, Rapoport conclui que seria prejudicial aos jogadores fugir da aplicação das estratégias mistas, pois, a longo prazo, essa seria a melhor probabilidade para as partes envolvidas nessas circunstâncias e outra opção seria *desvantajosa*. Inferência que Morton D. Davis contestou em sua introdução não-técnica intitulada *Teoria dos Jogos*, de 1970. Por ser um jogo de soma zero, não haveria porque se acreditar que o uso da mistura maximin seria desvantajosa ou vantajosa para *ambos* oponentes, pois um terá necessariamente de ganhar ou perder ao realizar suas ações, o que inviabilizaria por contradição a bem-sucedida aplicação da estratégia mista pelas partes, ao mesmo tempo. Optar por esta linha de ação seria atraente, graças à suposta segurança oferecida de obter aquele resultado. Porém, para Davis isso não passa de “uma questão de gosto pessoal” pela segurança<sup>36</sup>, uma vez que, ao buscarem outras estratégias, jogadores audazes, amantes do risco tornariam imprevisível qualquer resultado factual. Apenas um vencerá com certeza. Só não se sabe quem!

Em razão do teorema minimax, o jogo geral de duas-pessoas, soma-zero, tem boa base teórica. Mas, sendo jogo de informação perfeita, raramente surge na prática. A dificuldade está no requisito de o jogo ser soma-zero.

A presunção essencial sobre que se assenta a teoria é a oposição de interesses de dois jogadores. Na medida em que a presunção não seja válida, a teoria será irrelevante e desorientadora. Frequentemente, a presunção parece estar satisfeita, mas, em realidade não o está. (...) (DAVIS, M. D. *Teoria dos Jogos*, cap. 3, p. 57).

Em jogos cuja soma dos resultados é diferente de zero, a estratégia mista maximin<sup>37</sup> não é a única solução existente, nem mesmo a melhor. Na Batalha dos Sexos, apesar da comunicação gerar oportunidades de ameaças, em uma rodada prévia isolada, quando se busca a coordenação, a troca indeterminada de mensagens poderia fornecer melhores resultados que a estratégia maximin mista. Isso ampliaria o espaço de resultados originais até a fronteira de eficiência conhecida como *ótimo de Pareto*, na qual nenhum agente obterá melhor resultado sem diminuir os ganhos da outra parte. Como sugeriram Luce e Raiffa, na possibilidade de comunicação, as partes poderiam concordar em aceitar um mecanismo equânime que permitisse a mesma escolha das estratégias “Alto-Esquerda” ou “Baixo-Direita” na mesma proporção meio a meio. Com isso, cada um obteria  $3/2$  - somando os ganhos (2, 1) e (1, 2), dividindo-os, depois, por dois, achando ( $3/2$ ,  $3/2$ ) -, bem acima dos  $2/3$  anteriores<sup>38</sup>.

36 DAVIS, M. *Teoria dos Jogos*, cap. 3, p. 56.

37 Em tempo, nos jogos de soma zero as estratégias maximin e minimax são equivalentes, entretanto, nos de soma variante podem haver diferenças. Em todo caso, a mistura **maximin** sempre corresponde à proporção encontrada para as estratégias da Linha ou da Coluna tendo em vista a diferença de seus respectivos resultados, enquanto a **minimax** é calculada em função dos ganhos recíprocos dos oponentes. Veja, por exemplo, LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Idem*, § 6.11, pp. 145 a 150.

38 Nesse caso, as estratégias correlacionadas permitem o encontro de um **equilíbrio correlacionado** no qual cada jogador aceita empregar um mecanismo distribuidor de probabilidades entre os equilíbrios de Nash observados, ampliando a utilidade dos jogadores, dentro do conjunto de resultados possíveis. Veja AUMANN, R.J. “**Correlated Equilibrium as an Expression of Bayesian Rationality**”, pp. 1-18.

## Equilíbrio de Nash

O emprego de estratégias mistas é recomendável sempre que as estratégias puras não indicarem uma estratégia dominante, uma solução em ponto de sela, ou um ponto de equilíbrio. A noção de *ponto de equilíbrio*, em termos da Teoria dos Jogos, foi formalizada por John Nash como uma generalização da solução maximin para jogos não-cooperativos de várias pessoas e soma variável, não se restringindo somente aos cooperativos de duas pessoas e soma zero. O ponto de equilíbrio, nas palavras de Nash, é o conjunto de resultados opostos que maximiza os ganhos de cada jogador em face da melhor estratégia do outro<sup>39</sup>. Nash mostrou que embora pudesse haver jogos em que as estratégias puras não apontassem para ponto de equilíbrio, o recurso à mistura de estratégia sempre produziria um novo ponto de equilíbrio em jogos finitos.

**Figura 1.9 - Batalha dos Sexos**

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Alto	1 2, 1 c	0, 0
	Baixo	0, 0	1 1, 2 c

*Máximo coluna*

Um *equilíbrio* de Nash, ou ponto de equilíbrio, portanto, é uma combinação de estratégias da qual nenhum jogador pode aumentar seus ganhos unilateralmente, ao mudar de estratégia. Para localizar um ponto de equilíbrio em uma matriz, existem alguns métodos práticos e simples. O jogador deve descobrir a célula na qual o ganho seja, simultaneamente, o máximo da Linha nas devidas colunas e o da Coluna nas suas linhas. Visualmente, isto pode ser feito com o recurso de setas ou de letras que marquem os máximos da Linha (l) e da Coluna (c), sendo equilíbrios de Nash as células que contenham as marcas de ambos jogadores ou sejam a convergência das setas. Na matriz da Batalha dos Sexos (figura 1.9), descrita há pouco, os equilíbrios surgem assim: o encontro das estratégias (alto, esquerda) e (baixo, direita) indicam a existência de dois pontos de equilíbrio que impedem a escolha de uma única solução usando só as estratégias puras, motivo pelo qual a mistura de estratégias se faz necessária. Quando um jogo apresenta apenas um ponto de equilíbrio pela combinação de estratégias puras é sinal que houve o cruzamento de duas estratégias dominantes. Ou seja, estratégias que dominam as outras estratégias de cada jogador, fornecendo o melhor ganho, independente do que o outro faça. Assim, no modelo desenhado na figura 1.10, também conhecido como “Dilema dos Prisioneiros”, as estratégias “baixo” e “direita” superam as respectivas estratégias “alto” e “esquerda”, da Linha e da Coluna. Contudo, a dominância e a perfeição deste ponto de equilíbrio espanta a todos que se defrontam com este quadro pela primeira vez.

A solução que dois agentes instrumentalmente racionais acabam por encontrar nunca é a melhor para ambos, no contexto do Dilema dos Prisioneiros, pois o ponto de equilíbrio (1, 1) é sub-ótimo em relação a (2, 2), que poderiam obter se adotassem

<sup>39</sup> Veja nota 27.

**Figura 1.10 - Dilema dos Prisioneiros**

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Alto	2, 2	0, 3 c
	Baixo	3, 0	1, 1 c
Máximo <i>coluna</i>		→	

a estratégia dominada. Porém, um agente racional, quando possui uma estratégia dominante, nunca escolhe outra que não esta. Note que a combinação de estratégias dominantes conduz sempre a resultados que são equilíbrios de Nash, mas nem todo ponto de equilíbrio é formado por pares dominantes, como mostrou a Batalha dos Sexos, onde há dois equilíbrios de Nash em estratégias puras que não são dominantes.

Todas essas técnicas de solucionar um jogo, cooperativo ou não, estão apoiadas numa concepção de racionalidade que, apesar da aparente precisão, geram resultados paradoxais do ponto de vista filosófico, como no caso do Dilema dos Prisioneiros e nestes dois outros apresentados por Mário Henrique Simonsen (1935-1997) em sua inacabada introdução à Teoria dos Jogos. Para atacar a fragilidade da suposição de racionalidade entre os participantes, Simonsen montou a matriz da figura 1.11<sup>40</sup>.

**Figura 1.11**

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Alto	3, 3 c	-3, 3 c
	Baixo	2, 2 c	1, 1
Máximo <i>coluna</i>		←	

Alto-esquerda constitui o único equilíbrio de Nash desta matriz, sendo esquerda a estratégia dominante de Coluna. Tendo em mente, o pressuposto de racionalidade da teoria, Linha não tem porque se preocupar em escolher a estratégia Alto, uma vez que a dominante de Coluna lhe garante três de ganho. Entretanto, Esquerda domina fracamente a direita, pois se Linha escolher Alto, Coluna nada perderia mudando de dominância para a direita, amargando seu adversário -3 de perda. Sem saber as reais intenções de Coluna, Linha pode refletir que o melhor seria reduzir ao mínimo suas perdas seguindo a sua maximin localizada em Baixo. Assim, Linha obteria um, pelo menos, e Coluna o seu pior resultado, caso viesse a jogar Direita. Simonsen, então, advertiu que poderia “ser extremamente imprudente escolher estratégias conducentes a um tal equilíbrio [de Nash] sem a garantia de que os demais jogadores façam o mesmo”<sup>41</sup>.

40 Para os próximos exemplos veja SIMONSEN, M.H. *Teoria dos Jogos*, § 1.5, pp. 25-26.

41 SIMONSEN, M.H. *Op.cit.*, p. 25.



Além do mais, os equilíbrios de Nash podem estar em combinações totalmente opostas como neste segundo exemplo fornecido por Simonsen e que foi adaptado à figura 1.12. De novo, um problema de coordenação surge entre os participantes, mas agora ambos preferem ganhar 2, fazendo com que o outro assumisse o prejuízo de -2. Contudo, se jogarem suas estratégias favoritas acabariam pior do que no Dilema dos Prisioneiros, obtendo o resultado mais baixo possível (-3, -3). Para fugir deste destino, a única solução seria adotar mais uma vez suas respectivas estratégias maximin, que evita o pior e neste caso garante (1, 1) para as partes. O apoio na racionalidade forte exige a aceitação de respostas que transformam o agente estratégico em um *homo oeconomicus* caricatural, pois pessoas que não fossem tão “racionais” poderiam alcançar um patamar mais vantajoso do que as que agem de modo estritamente racional e egoísta, como o defendido pela teoria. Isto revela uma certa ambiguidade na concepção de racionalidade defendida pelo equilíbrio de Nash, que nem sempre corresponde aos melhores resultados possíveis. De fato, testes em laboratórios provaram que a maioria das pessoas, formadas ou não em economia ou matemática, procuram soluções que sustentem ganhos próximos a uma distribuição justa para todos envolvidos.

**Figura 1.12**

Estratégias		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Alto	-3, -3	2, -2
	Baixo	-2, 2	1, 1

Máximo coluna

Na complexidade do contexto social, onde vários agentes racionais atuam no sentido de maximizar suas utilidades, satisfazendo seus desejos, não se pode esperar tranquilamente que uma “mão invisível” acomode todos interesses através do encontro das melhores escolhas em equilíbrio. O Dilema dos Prisioneiros, entre outros, representa as situações nas quais a disputa entre agentes econômicos redundaria em tragédia como a dos comuns, esboçada por Garrett Hardin. Soluções, como as propostas por Nash, são construídas com base em conhecimento *a posteriori* e não podem servir idealmente *a priori* para determinar, em todas circunstâncias, as decisões racionais, seja lá o que isto signifique. Para evitar o pior, faz-se necessário olhar com maior atenção a maneira pela qual as pessoas deliberam em meio a influências emocionais ou culturais. Uma observação que valeu o Nobel a Daniel Kahneman.

### §3. A Irracionalidade do Agente Racional

As diversas críticas recebidas pela Teoria dos Jogos, em sua forçosa simplificação da forma matemática do trato social, concentraram-se principalmente na concepção de agente racional adotada e a conseqüente construção artificial das situações estudadas. Alguns filósofos apontaram para insuficiência da visão econômica do mercado livre, onde as relações de troca sobressairiam a despeito da simpatia, do espírito de



equipe e da confiança necessários ao convívio social<sup>42</sup>. Outros atacaram a restrição da análise aos contextos competitivos que nem sempre surgem como tal no cotidiano, bem como as soluções insatisfatórias sugeridas aos jogadores na condição do Dilema dos Prisioneiros e outros modelos abordados<sup>43</sup>. Houve ainda alguns, como Jürgen Habermas, que consideraram a adoção do ponto de vista das relações de troca nas esferas públicas - uma das aplicações do modelo de jogos - uma das fontes de patologias sociais que desequilibram a interação das sociedades modernas, que deveriam ser apoiadas de forma justa na solidariedade, no dinheiro e no poder administrativo<sup>44</sup>.

Todas essas objeções filosóficas sucederam às observações feitas, na primeira hora, pelo economista francês Maurice F. Charles Allais, laureado com o Nobel de Economia de 1988. Allais combatia a excessiva formalização matemática que, na primeira metade do século XX, teve seus principais marcos teóricos nas obras dos economistas italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) e estadunidense Paul Anthony Samuelson (1915-2009), prêmio Nobel de 1970. Chamava atenção, sobretudo, para o problema da subjetividade, deixado de lado pela escola neoclássica em economia, que nos anos 1950, predominava nos Estados Unidos. Para Allais, as considerações sobre a cardinalidade das preferências individuais, isto é, a observação da intensidade da preferência de um sujeito por um determinado objeto, independente do seu ordenamento numa escala sequencial de utilidade, da maior para a menor, deveria ter um peso expressivo, a fim de explicar com mais naturalidade o comportamento racional diante do risco ou incerteza.

Aos adeptos do formalismo metodológico que dominou o início da Teoria dos Jogos, somente a relação ordinal de todas preferências e suas combinações possíveis para cada indivíduo tornaria possível a comparação e análise da utilidade entre pessoas de gostos e culturas diferentes<sup>45</sup>. Contudo, os paradoxos apontados pelos experimentos de Allais indicaram que tal ordenamento não era suficiente para explicar a atitude dos agentes, ditos racionais, frente a opções de sorteio. A avaliação subjetiva das probabilidades entre duas loterias objetivamente semelhantes revelou a dificuldade de se manter a transitividade das preferências, um dos axiomas da teoria da utilidade adotada pelos teóricos dos jogos. Perdas e ganhos absolutos mostraram suas influências nas escolhas em arranjos diferentes que conduziam aos mesmos resultados. Em geral, quanto maior fosse o ganho visualizado, maior era a aversão ao risco, e, como de frente ao espelho, quanto maior a perda, maior a busca do risco.

### *Efeitos dos Defeitos*

Daniel Kahneman, com a colaboração de Amos Tversky, analisou diversos resultados obtidos em cenários diferentes, onde as pessoas eram submetidas a escolhas como nas experiências de Allais, e pôde detectar os efeitos cuja existência reflete a maneira pela qual os agentes racionais deliberam antes de desempenharem uma linha de ação. Os fenômenos observados na reação de estudantes de universidades israelenses e dos Estados Unidos chocavam com alguns pilares da teoria da utilidade. Empiricamente, constatou-se que as pessoas superestimavam resultados que são considerados

42 Veja HOLLIS, M. *Trust Within Reason*, cap. 8, p. 162 e MACINTYRE, A. C. *Dependent Rational Animals*, cap. 9, pp. 114-118.

43 Veja BLACKBURN, S. *Ruling Passions*, cap. 6, pp. 161-198.

44 Veja HABERMAS, J. "Concepções de Modernidade", in *Constelação Pós-Nacional*, p. 195.

45 Veja SAMUELSON, P. A. *Fundamentos da Análise Econômica*, p. 156.

certos - o chamado *efeito de certeza* -, em face daqueles que para serem obtidos envolveriam o cálculo das probabilidades. Cerca de 82% de 72 estudantes entrevistados escolheram (Loteria I)...

A. ganhar \$2.400 certos,

enquanto os restantes 18% preferiam a loteria que pagava...

B. \$2.500, com probabilidade de 33%;

\$2.400, com probabilidade de 66% e

nada com probabilidade de 1%.

apesar desta oferecer nove *utiles* acima da opção A.

Contudo, ao se depararem com outra situação (Loteria II) entre

A. a chance de 33% de ganhar \$2.500 ou

B. \$2.400 com probabilidade de 34%,

a maioria de 83% optou pelo sorteio “A” que era nove *utiles* acima da segunda loteria, violando o axioma da *substituição*, como advertira Allais. Pelo axioma da substituição, se a probabilidade de ganhar mais em “A” é preferida à de “B”, deveria ser preservada a mesma preferência em outro quadro, onde a certeza de um ganho oferecido em “A” fosse menor que a chance de obter o mesmo resultado anterior, agora em “B”<sup>46</sup>.

O efeito da certeza foi observado em perspectivas que não preocupavam os agentes com perdas ou resultados negativos. Os casos que envolviam prospectos negativos, por sua vez, apresentavam outro fator virtualmente invertido em comparação ao de certeza, chamado *efeito de reflexão*. Como em um espelho, as respostas oferecidas pelos entrevistados refletiam uma ordem inversa das preferências para perdas, em contraste com as preferências por ganhos. Assim, entre 95 estudantes, 20% preferiram a loteria (Loteria III) cujo prêmio era...

A. \$4.000, com probabilidade de 80%, ao passo que,

B. \$3.000 garantidos

eram escolhidos pelos outros 80%. Situação completamente diferente da seleção feita por 92% desses mesmos 95 que optaram depois pelo sorteio (Loteria IV) com...

A. perda de \$4.000 a 80% de chance, enquanto 8% aceitaram...

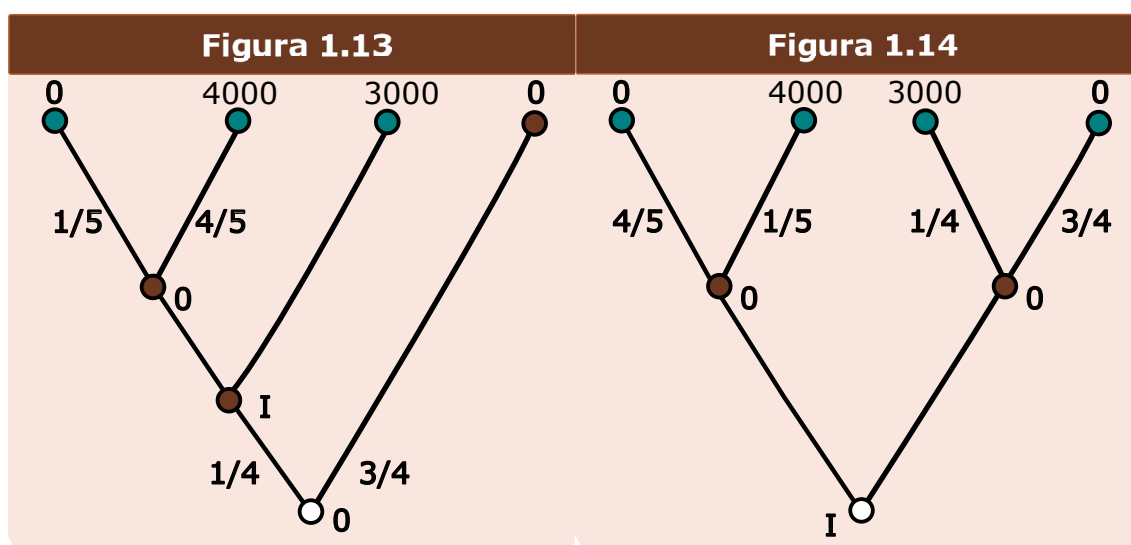
B. perder imediatamente \$3.000.

Os ganhos positivos provocaram nos agentes aversão ao risco, enquanto os quadros de expectativas negativas estimulavam, ao contrário, a busca ao risco. Nessas ocasiões, os mesmos “equivocos” provocados pelo efeito de certeza foram notados em ambos os aspectos, positivo e negativo, com a busca pelo ganho seguro, mas de utilidade menor e preferência por resultados negativos incertos, embora de maior perspectiva, do que a perda absoluta. Por conseguinte, o efeito de reflexão eliminou a aversão

46 Veja KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. “**Prospect Theory**”, pp. 265 e 266. Observe que o diagrama de fluxo de decisão que constitui a forma extensiva do modelo de árvore na Teoria da Decisão, na qual se inscreve a Teoria das Perspectivas, tem como nó de decisão de um jogador o símbolo de um quadrado e nó do acaso, o círculo ou ponto aberto, que representa a raiz na árvore de Kuhn. Aqui se usa o padrão geral do modelo de Kuhn, anotando o zero que denota a natureza no respectivo nó de onde partam ramos com probabilidades de ocorrência, sem prejuízo compreensão geral.

pela incerteza nos sorteios negativos, como consequência paradoxal ao efeito de certeza, passando a incrementar a aversão por perdas e o desejo de ganhos imediatos<sup>47</sup>.

A maneira pela qual os cenários eram montados, seja com loterias de resultados positivos ou negativos, gerou atribuições de valores diferentes pelos participantes aos sorteios. Isso ficou ainda mais evidente quando se detectou o *efeito de isolamento* em arranjos feitos com resultados obtidos a partir de probabilidades equivalentes. Para facilitar a escolha, com frequência as pessoas deixavam de separar adequadamente os componentes semelhantes e distintos, nas situações propostas. Em decisões que tinham de ser tomadas em duas etapas sucessivas, como no seguinte exemplo (Loteria V - figura 1.13), onde havia a possibilidade de nada ganhar imediatamente e 25% de passar ao segundo estágio, no qual teria de escolher entre \$4.000, com 80% de chance, ou obter \$3.000 de uma vez, nas escolhas feitas antes do jogo começar, 78% preferiram a última opção - dois por cento a menos do que na Loteria III. Entretanto, quando defrontados com outra perspectiva, de ganhar \$4.000 com 20% de probabilidade ou \$3.000 com 25% (Loteria VI - figura 1.14), a primeira alternativa era selecionada por 65% dos entrevistados, apesar desta ser equivalente a primeira alternativa da situação anterior (Loteria V), já que  $1/4$  de 80% seria a taxa de 20% associada aos \$4.000 daquela. De fato, os participantes interpretaram o jogo de dois estágios, como o da Figura 1.13, na perspectiva da *formulação padrão* da Loteria III e não a da Figura 1.14, devido o enfoque isolado da decisão tomada no segundo estágio da Loteria V<sup>48</sup>.



As deliberações feitas em mais de uma etapa levam em conta a correspondência entre as projeções sem risco e a arriscada, a despeito da mudança objetiva das respectivas probabilidades ou resultados, tendo em vista todo caminho a ser percorrido. Ou seja, a sequência de sorteios em estágio permitiria, na visão dos envolvidos, descartar as perdas dos valores oferecidos antes, em uma única perspectiva a partir do seu ponto de decisão, como na *formulação sequencial* da figura 1.13, ao invés de duas situações isoladas da figura 1.14, na qual os resultados estavam vinculados a probabilidades de ganho, separadamente. Tal modo de compreensão viola a hipótese de que a seleção de loterias deveria ser determinada pela probabilidade final dos resultados, recaindo a

47 Veja KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. *Op. cit.*, pp. 268 e 269.

48 Veja KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. *Idem*, pp. 271 e 272.

escolha sempre pelo maior ganho provável. O isolamento das projeções indicou que a certeza contingente de ganhos fixos atrai as pessoas para este resultado, mesmo depois de uma sequência de movimentos na qual a sorte interveio, ao contrário do que acontece em loterias com opções separadas, mas com chances idênticas a de outro quadro que tenha sido posto à frente do agente, embora em arranjo diferente.

Na Teoria das Perspectivas que desenvolveram para explicar a maneira pela qual os indivíduos deliberam sob risco, Kahneman e Tversky atribuíram muitas das anomalias detectadas à fase de “edição” das perspectivas, quando muitas operações que transformam os resultados e probabilidades são feitas - a saber: *ordenação (coding)* dos ganhos e perdas; *combinação* das probabilidades de resultados idênticos reduzida a uma só probabilidade; *separação* dos componentes sem risco dos incertos e *cancelamento* dos elementos comuns de uma mesma oferta, em loterias com mais de um movimento. Tudo em função das projeções oferecidas. Neste instante, as ofertas são editadas de diversas maneiras, segundo o contexto em que surgem. Assim, pequenas diferenças são eliminadas e componentes comuns cancelados por simplificações, provocando as inconsistências observadas depois. Ganhos com probabilidades extremamente baixas são descartados, amiúde, na *fase de edição*, enquanto as chances muito altas tornam os resultados “certos”.

Por outro lado, em um fenômeno atribuído a uma *função de pesagem (weighting function)*, as pessoas preferem loterias que ofereçam altos valores com baixa probabilidade de ganhos, ao invés de valores pequenos e certos, como em \$5.000 com 0,1% de chance, em lugar de \$5 garantidos. Embora, aceitem pagar estes mesmos \$5 a se arrisarem ao prejuízo de \$5.000 com 0,1% de probabilidade. Além disso, a diferença entre pequenos montantes parece maior do que aquela variação de valores entre quantias maiores, como o incremento que é notado facilmente na passagem de 100 para 200, mas, na elevação de 1100 para 1200, é quase ignorado<sup>49</sup>.

Essas distorções oriundas da fase de edição levam a simplificações que são orientadas pelo princípio de escolha da perspectiva de valor superior. Ao mostrar isso, a Teoria das Perspectivas passou a ser considerada a tentativa mais precisa de descrever o comportamento de agentes racionais em cenários de risco ou incerteza. Pôde-se, então, saber o porque das mudanças das preferências pessoais nessas circunstâncias precárias. Notou-se também que a experiência prévia de cada um para situações semelhantes influenciam fortemente o momento de tomada de decisão. Pequenas mudanças na forma de apresentação das alternativas perturbam as escolhas, ainda que os resultados finais se mantenham os mesmos. A condição psicológica dos agentes racionais, portanto, pôde ser incorporada pela Teoria dos Jogos como um de seus elementos cruciais, agora que seus conceitos assumiam caráter formal de trato matemático. A probabilidade subjetiva e a cardinalidade das preferências voltavam a merecer uma maior atenção por parte dos economistas e matemáticos, no instante de projetar os modelos de jogos que se seguiram a essas descobertas.

### *A Interpretação Cardinal de Harsanyi*

A falta de consistência das preferências, empiricamente observadas, abalava não só o aspecto preditivo do modelo de racionalidade econômica, mas descartava a possi-

49 Veja KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. *Ibidem*, pp. 274 e 281.

bilidade da teoria ser considerada com algum valor normativo. Sobre esse ponto, John Harsanyi argumentou que, em algumas condições motivacionais específicas, era possível defender a normatividade da utilidade de Von Neumann e Morgenstern.

Ninguém duvida da validade normativa da aritmética, apesar da maioria das crianças não poder resolver problemas aritméticos de qualquer complexidade sem treino especial (HARSANYI, J.C. “*Normative Validity and Meaning of von Neumann-Morgenstern Utilities*”, p. 307).

Assim, o problema principal para sustentação da normatividade das funções de utilidade assentava na necessidade dos agentes racionais passarem a tomar atitudes orientadas adequadamente pelo *resultado*, ao invés de aterem-se exclusivamente à *utilidade do processo*. Nesta ótica, as escolhas devem ser feitas com base apenas na avaliação da possibilidade dos vários resultados disponíveis. Todo nervosismo do envolvimento com uma atmosfera estimulante de aposta, bem como outras experiências psicológicas deste tipo, deveria ser deixado fora do processo de deliberação. No entendimento de Harsanyi, as atitudes orientadas pelo resultado devem ser guiadas somente por suas *utilidades resultantes* que são assinaladas a cada loteria e por suas respectivas *probabilidades*<sup>50</sup>.

Deste modo, os axiomas da teoria que garantiriam a *monotonicidade* (a loteria preferida será aquela que for a de maior ou igual probabilidade de fornecer a alternativa preferida) e a *indiferença entre probabilidades equivalentes* poderiam preencher os requisitos da *racionalidade normativa*, embora não fossem adequados para pessoas orientadas pela *utilidade do processo*<sup>51</sup>. Nos termos de Harsanyi, pessoas orientadas pelo processo assumem uma *atitude intrínseca* de gostar ou não gostar da situação da aposta, dependendo da utilidade positiva ou negativa a ela associada, enquanto pessoas orientadas pelo resultado têm uma *atitude instrumental* em relação às probabilidades subjetivas ligadas aos possíveis resultados, segundo o gosto pelos ganhos esperados<sup>52</sup>.

Para poder lidar com esses casos, é preciso agora que a função de utilidade seja entendida como uma função cardinal e não só ordinal. Isto porque, a cardinalidade permitiria a comparação não só do nível de utilidade entre os indivíduos, mas também a utilidade de diferenças entre loterias para o próprio agente, o que facilitaria a observação das intensidades ou importâncias atribuídas por cada um a tais sorteios. Formalmente, alguém que prefira, por exemplo,  $A > B$  e  $C > D$ , quando defrontado às seguintes loterias:

$$L_1 = (A, 1/2; D, 1/2) \text{ ou} \\ L_2 = (B, 1/2; C, 1/2)$$

...preferirá a  $L_1$  com mais intensidade do que  $L_2$ , caso prefira  $L'_2 = (A, 1/2; C, 1/2)$  mais do que  $L''_2 = (B, 1/2; D, 1/2)$ , indicando a intensidade e importância dada pelo agente à relação  $A > B$ , quanto maior for a diferença entre  $A$  e  $B$  em comparação à existente entre  $C > D$ . Em outras palavras, qualquer loteria que “ $A$ ” estivesse em jogo seria preferível sobre aquelas outras possíveis em que estivesse ausente. Assim, a utilidade cardinal aferida poderia conduzir, daqui à utilidade dos resultados de quem adotasse

50 Veja HARSANYI, J.C. “*Normative Validity and Meaning of von Neumann-Morgenstern Utilities*”, p.312.

51 Veja HARSANYI, J. C. *Op.cit.*, *idem*.

52 Veja HARSANYI, J. C. *Idem*, p. 314.

corretamente uma *atitude instrumental* frente aos riscos, na observação adequada dos valores em jogo, enquanto que a *atitude intrínseca* limitaria o alcance das escolhas das pessoas que gostassem ou não de apostas.

Dessa forma, Harsanyi chamou atenção para o fato de incluir uma interpretação cardinal dos pagamentos nas análises das escolhas sob incerteza, ao invés de uma concentração exclusiva com a relação ordinal dos ganhos. Apesar de economistas e matemáticos rigorosos atacarem a cardinalidade - influenciando até mesmo a base teórica empregada pelo filósofo canadense David Gauthier que, em *Morals by Agreement*, se ateve apenas à concepção ordinal dos ganhos e das preferências. A importância de observar os *ganhos cardinais* está na possibilidade de se estabelecer estratégias mistas apoiadas em valores contínuos de intensidade que podem variar em grau numa escala intervalar de resultados. O que não é viável quando se toma só a ordem de valores e a posição dos resultados numa escala de preferências que não leva em conta o peso de cada preferência, mas apenas que uma é preferível a outra em uma lista ordenada de resultados, não importando qual valor é mais preferido do que outro<sup>53</sup>.

### *Irrracionalidade Humana e Racionalidade Fora da Espécie*

Uma postura pela interpretação normativa da racionalidade da teoria da utilidade, como a proposta por Harsanyi, deixa de lado críticas que poderiam ser feitas quanto ao caráter descritivo da teoria, pouco precisa ou inócua para seres vivos, que nem sempre agem de modo racional ou sequer possuem um aparato cognitivo desenvolvido para a realização desses cálculos todos. Os primeiros ancestrais humanos não desenvolveram uma habilidade específica para realização rápida dos cálculos exigidos na adoção dos seus efetivos interesses informados, posto que nunca teriam se defrontado com problemas que exigissem um método eficiente de escolha instintiva. Quem defende o valor normativo do modelo de jogos - tal qual Harsanyi - precisa argumentar então que, nas condições atuais da complicada vida em sociedade, o treinamento no uso de modelos matemáticos poderia “esclarecer substantivamente muitos problemas da ética”<sup>54</sup>.

Certo é que a formalização matemática implica numa capacidade racional que excede a da maioria dos seres humanos, mesmo depois de solucionado o último Teorema de Fermat. Entretanto, isso não impede que organismos dos mais simples pudessem ser interpretados como “agentes” dotados de aptidão reativa suficiente para poderem seguir as estratégias analisadas pela Teoria dos Jogos. Claro que para os casos dos seres não humanos o conceito de racionalidade empregado sofreu profunda trans-

53 Um exemplo de arbitragem - jogos com três jogadores, sendo o terceiro um mediador que não recebe nenhum ganho - adaptado de RAIFFA, H. *El Arte y la Ciencia de la Negociación*, III parte, cap. XVI, p. 240-242 esclarece como o peso que os indivíduos atribuem aos mesmos ganhos pode variar de intensidade entre eles. A negociação da divisão de \$100 entre ricos e pobres revela o poder de barganha que permite ao mais poderoso arriscar mais do que o fraco na implementação de uma estratégia mista. A aversão ao risco conduz uma pessoa carente de bens primários a aceitar valores menores do que a média razoável de \$50, quando se defrontam com um sorteio com a probabilidade de 0,5 de ganhar os \$100 ou nada. Nestas circunstâncias, o pobre poderia contentar-se em receber \$20 seguros, enquanto o rico arriscar-se-ia, possivelmente, à loteria, abrindo mão de \$80 certos. Do ponto de vista de um mediador imparcial que fosse responsável pela divisão do prêmio entre os dois jogadores, seria injustificável racionalmente proceder a uma distribuição diferente de \$50 para cada um, embora o ganho cardinal deste seja diferente individualmente. Isto é, para o pobre, metade de util, o que corresponderia na solução sem arbitragem ao ganho de \$20. Já para o rico seria o mesmo que \$80, devido à intensidade do desejo de possuir o bem em disputa. O pobre precisa mais do dinheiro, e por isso qualquer quantia seria bem-vinda, mas o rico, que já tem muito, pode se dar ao luxo de arriscar a ganhar mais, sem comprometer sua psicologia.

54 HARSANYI, J. C. “*Game and Decision Theoretic Models in Ethics*”, p. 671.



formação, a ponto de permitir a concepção de uma racionalidade mínima e intencionalidade capaz de incluir até bactérias e vírus<sup>55</sup>.

Para a Teoria dos Jogos, um jogador é considerado racional se está motivado a maximizar seu próprio ganho, ou seja sua utilidade, sendo ainda hábil para calcular os resultados estocásticos (probabilísticos) de cada ação. Quando biólogos evolucionistas contemporâneos passam a utilizar modelos retirados desta teoria, no intuito de explicar o comportamento de determinadas espécies, estão interpretando essa racionalidade instrumental, agora, como uma capacidade de reunir informação e reagir em conformidade a esta. Ou seja, uma habilidade computacional do trato da comunicação que pode ocorrer mesmo no processamento de informação realizado por seres vivos através de reação de meras substâncias químicas. Pombos, falcões, bactérias ou vírus presentes em modelos virtuais ou em experimentos reais de laboratórios estão aptos a tomarem parte de um Dilema dos Prisioneiros Iterado (que se repete por várias vezes), graças a sua capacidade computacional de trabalhar as informações de entrada e reagirem com uma resposta adequada<sup>56</sup>.

Muitos biólogos, depois de Maynard Smith ter estabelecido uma “teoria dos jogos dinâmicos evolucionários” (o marco é o livro *Evolution and the Theory of Games* de 1982), passaram a aplicar os novos recursos de análise matemática em pesquisas sobre linguagem, justiça (*fairness*) e direito de propriedade que até então ficavam restritos à especulação filosófica em suas diversas subáreas. Pela teoria dos jogos evolucionários, as escolhas das ações seriam determinadas não pelo agente racional clássico, mas por estratégias específicas, cujo sucesso implicava no número maior de descendentes na futura geração. A partir desta concepção, uma estratégia evolutivamente estável (EEE, ou ESS, do inglês *evolutionarily stable strategy*) seria aquela que pudesse gerar condições de equilíbrio. Nenhum indivíduo portador dessa estratégia conseguiria incrementar sua capacidade reprodutiva, se a trocasse por outra estratégia e nenhum mutante portador de estratégia rival diferente seria capaz de invadir a população na qual EEE prevalecesse<sup>57</sup>.

Para uma estratégia ser considerada EEE, deve atender a duas condições quanto ao *equilíbrio*: seus resultados devem ser equivalentes aos pontos de *equilíbrios estritos* - ou seja, são as melhores respostas obtidas através de estratégias puras - e, por outra, a condição de *estabilidade* também deve ser satisfeita, isto é, as diferentes respostas às melhores estratégias dos outros são correspondentes as melhores respostas do agente<sup>58</sup>. Por conseguinte, estendida a um grupo vivente, de acordo com Richard Dawkins, uma EEE é a estratégia inata adotada pela maioria da população que não pode ser superada por uma outra estratégia invasora<sup>59</sup>. Da perspectiva evolutiva, não há necessidade de se considerar tais estratégias conscientes, basta as compreender como “programas de comportamento inconscientes estabelecidos pelos genes”<sup>60</sup>. Tal concepção abrange desde o vírus *Influenza* e bactérias *Escherichia coli* até humanos (*Homo sapiens*).

55 Neste sentido, muito contribuiu o trabalho do filósofo Daniel C. Dennett com textos sobre consciência que foram lançados a partir de **Brainstorms** (1978) e que culminam com **Tipos de Mentes** (1996).

56 Veja LEWIN, R. **Complexidade**, cap. 7, pp. 167-169.

57 Veja ROSS, D. “**Game Theory**”, § 6.

58 Veja HAMMERSTEIN, P. & SELTEN, R. “**Game Theory and Evolutionary Biology**”, pp. 939-940.

59 Veja DAWKINS, R. **O Gene Egoísta**, cap. 5, p. 94.

60 DAWKINS, R. **Op. cit.**, cap. 10, p. 206.



Desse modo, o sucesso da Teoria dos Jogos Evolucionários permitiu explicar o comportamento de insetos e vertebrados, sem apelar para uma hipótese de racionalidade forte, cujos testes de campo abalavam a tradicional teoria estática dos jogos. A partir do instrumental estruturado na teoria dos jogos original, a biologia evolutiva conseguiu analisar e prever as escolhas feitas por humanos dotados também desse tipo de racionalidade fraca que busca em primeiro lugar garantir a *sobrevivência* dos indivíduos e promover sua *reprodução* nas gerações futuras. As diferenças entre as espécies poderiam, a partir de então, ser discriminadas tendo em vista a diferenciação de estratégias adotadas por grupo de genes que compõem determinado organismo, variando desde os maximizadores irrestritos aos “altruístas” maximizadores restritos.

### *Maximizador Local e o Global*

Durante os dois milênios e meio que constituem a história da filosofia, os filósofos se ocuparam em definir os seres humanos como seres racionais, divergindo aqui e ali sobre o grau e a categoria de raciocínio que este ente poderia exercer. Mas todos estavam de acordo que a racionalidade era algo que distinguia a espécie humana dos outros animais. Com a teoria dos jogos evolucionários essa distinção cai por terra, restando apenas o refinamento das estratégias como diferenciação entre agentes maximizadores irrestritos “egoístas” e aqueles capazes de restringir suas ações imediatas em função de um ganho maior no futuro. A *irracionalidade* humana passa a ser considerada um componente real a ser investigado, como nos outros seres vivos, que torna todos passíveis de erros sem que as fronteiras das espécies sejam uma barreira natural a definir quem é quem cognitivamente. Trata-se afinal de genes que disputam o direito de continuarem existindo e se replicando por maior período de tempo possível, a bordo de “máquinas vivas”, fazendo uso dos mais diversos tipos de estratégias.

Estratégias rotuladas como do “trapaceiro” ou do “rancoroso” - nos termos utilizados por Dawkins em *O Gene Egoísta* (1976) - podem alcançar estabilidade em meio a uma população de seres que usem a estratégia do “tolo”. Imagine, como Dawkins fez, que os *trapaceiros* - seres que não cooperam nunca - invadam uma população *tola*, que coopera sempre, incondicionalmente. Qualquer que seja a quantidade de trapaceiros, desde que seja maior que um, prosperará e se multiplicar, explorando o trabalho dos tolos, até a exaustão destes, sem nada oferecer em troca. Tal estratégia será considerada evolucionariamente estável ainda que leve a população de tolos à extinção, embora, em um território restrito, a morte do último tolo venha eliminar o próprio sustento dos trapaceiros, quando estes dominarem todo lugar, impedindo que outros seres portadores de outras estratégias entrem em cena. Motivo pelo qual se considera a estratégia do trapaceiro imune à invasão.

Diferente dos tolos, a estratégia “rancorosa”, apesar de cooperar sempre que a outra parte coopera, é capaz de retaliar o adversário, desertando, caso este não retribua com um ato de cooperação. Em meio aos tolos, os rancorosos prosperam tanto como estes em razão da cooperação mútua entre eles, passando mesmo despercebidos por um observador externo. Contudo, ao contrário dos tolos, os rancorosos são robustos o suficiente para repelirem a invasão de trapaceiros, posto que reagem contra a deserção destes, impedindo que proliferem em seu meio. Num ambiente em que convivam as três estratégias citadas, os rancorosos conseguirão manter-se em número razoável, enquanto os trapaceiros levam os tolos à extinção. Apesar da baixa na quantidade

inicial de indivíduos, em função da exploração inicial sofrida, os rancorosos continuariam multiplicando-se, graças à cooperação mantida entre si. No instante em que sobressaíssem tão somente trapaceiros e rancorosos, os primeiros passam a conhecer a decadência e o gosto amargo da ingratidão, ao passo que os segundos começam a recuperar suas perdas colaborando entre si e discriminando os trapaceiros. Deixados a sua própria sorte, os trapaceiros lutarão uns contra os outros até a morte ou, se possível, fugirão do local, que passa a ser dominado, afinal, pelos rancorosos<sup>61</sup>.

Pela teoria dos jogos evolucionários, a caracterização do agente racional independe de sua configuração física ou ontológica. O que está em jogo entre os seres vivos, racionais ou não, é a capacidade de seguir uma regra, pôr em prática uma determinada estratégia que pode ter sido herdada ou adquirida pela experiência. Esta noção de *agência* aproxima-se muito da concepção dennettiana de *postura intencional* para “sistemas que modulam informações e buscam objetivos”<sup>62</sup>. Quanto mais simples esses sistemas, mais próximos das macromoléculas orgânicas aptas à autorreplicação. Aumentando o grau de organização e complexidade, maiores são as chances desses sistemas intencionais poderem selecionar as melhores alternativas disponíveis.

Seres humanos, portanto, devido ao seu alto grau de complexidade orgânica, diferenciam-se de outros viventes por sua capacidade de antever acontecimentos futuros, com maior nitidez, ao invés de estarem presos apenas aos fenômenos presentes. Na definição conveniente do sociólogo norueguês Jon Elster, humanos podem ser considerados como *máquinas maximizadoras globais* prontas a usarem estratégias indiretas. Em outras palavras, são capazes de esperar por um momento mais favorável, no futuro, para tomarem decisões corretas, ao invés de optarem imediatamente por um resultado vantajoso momentâneo. Ao contrário das *máquinas maximizadoras locais* - os demais seres vivos -, os humanos não teriam de esperar por uma mutação genética aleatória para trocar de estratégia. Poderiam perfeitamente escolher entre um elenco variado de linhas de ação cultivadas por grupos sociais diversos no seio da espécie e armazenada em sua memória histórica, além de contar com aquelas embarcadas no seu código genético ao longo da evolução. Por conseguinte, uma característica marcante da “racionalidade” humana está no trato *estratégico* do cenário em que se encontra, povoado por seres semelhantes que também podem reagir em função da avaliação das expectativas de ação dos demais atores relevantes, também dotados de *conhecimento comum*. Ao passo que um comportamento tipicamente *paramétrico* - como das outras espécies - adotaria a postura do indivíduo como sendo um único agente apto a variar seu comportamento em um meio constante que, serve de parâmetro fixo para suas ações<sup>63</sup>.

A teoria dos jogos evolucionários chamou atenção para alguns aspectos vitais da caracterização dos agentes racionais. Ao lado da teoria psicológica das perspectivas, desenvolvida por Kahneman e Tversky, traça um panorama realista da condição humana, ignorado historicamente pelos filósofos e economistas. Juntas, essas teorias alertaram, sobretudo, para o fato de que humanos, como qualquer ser vivo, estão irremediavelmente vinculados aos princípios biológicos fundamentais de *sobrevivência e reprodução*. Além disso, sustentou como válida a postura teórica de um *individualismo*

61 Para os detalhes dessa bela fábula, veja DAWKINS, R. *Idem, idem*, pp. 206-208.

62 DENNETT, D. C. *Tipos de Mentes*, cap.1, p.31.

63 ELSTER, J. *Ulises y las Sirenas*, I, §§. 3 e 4, pp. 23-40.

*metodológico* que deve partir de suposições egoístas, devido às limitações biológicas e restrições de recursos naturais, para só depois explicar o comportamento “altruísta” e a cooperação em grupos sociais. Por conta disso, a união entre Biologia Evolutiva e o modelo de jogos trouxe um maior poder descritivo à teoria dos jogos original. O continente, antes habitado apenas por inúmeras variantes de Robinson Crusóé, tornou-se mais rico em diversidade de agentes racionais. O sentido de racionalidade ganhou, então uma versão mais precisa ao detectar as imperfeições psicológicas, cognitivas e morais dos sistemas intencionais. E a importância da aprendizagem ficou ainda mais clara para a espécie humana.

## Capítulo 2

# O Papel da Comunicação

A té aqui, foram apresentados apenas os principais conceitos e alguns problemas relativos aos assuntos específicos da teoria da utilidade e da racionalidade dos jogadores. Mal foram abordados os pontos relacionados com jogos de múltiplos agentes e os leilões que são partes importantíssimas da teoria geral dos jogos<sup>64</sup>. Por “amor à simplicidade”, como é costume se dizer quando se procura explicar a teoria, esses e muitos outros aspectos específicos são aqui deixados de lado. Embora se reconheça a relevância destes temas, uma forçosa simplificação é-se obrigado a fazer quando em uma primeira introdução a qualquer assunto de interesse filosófico. Para oferecer o sabor da pesquisa detalhada e da aplicação da Teoria dos Jogos em outras áreas do conhecimento é que se falou da Teoria das Perspectivas, dos psicólogos Daniel Kahneman e Amos Tversky, e da Teoria dos Jogos Evolucionários, da qual se destacou o trabalho do biólogo John Maynard Smith.

Neste capítulo, outro campo particular da teoria será abordado com maior atenção. Os *jogos com comunicação* ou aqueles em que a comunicação exerce um papel crucial, pela sua presença ou ausência, são vistos mais de perto. A Teoria dos Jogos não foi a primeira, nem a última abordagem acadêmica a tentar elucidar a influência

<sup>64</sup> Apenas como exemplo do alcance destas diversas classes de jogos que exigiriam um livro para cada uma delas, vale a pena citar rapidamente o jogo que Martin Shubik chamou de “O Leilão de Dólar”. Em um leilão ascendente no qual as partes pagam os seus lances, ganha o dólar quem oferecer a maior quantia, devendo também as inferiores serem pagas pelos demais participantes ao leiloeiro. Caso ninguém faça um lance, o dólar ficará com o leiloeiro. Se os interessados puderem comunicar-se, a cooperação forma-se em torno dos lances de US\$ 0,01 e zero, quando dois jogadores enfrentarem o leiloeiro, que é obrigado a vender o dólar por um centavo ao jogador que, supostamente, repartirá os 99 centavos restantes com seu colega. Assim, o leilão termina logo no primeiro lance. Contudo, se a coalizão for proibida e o jogo desenvolvido em rodadas sucessivas indeterminadas, Shubik destaca que há dois pontos de equilíbrio em estratégia pura se um de cada oferecer um dólar enquanto o outro não fizer lance, respectivamente. De outro modo, as quantias positivas que forem feitas poderão levar o jogo a uma escalada sem fim, com a soma subindo muito acima do dólar oferecido. Alguém que ofereça um dólar poderá ser superado por US\$ 1,05 de quem antes tivesse proposto 95 centavos. Deste modo, o segundo jogador reduziria as perdas dos 95, para apenas cinco centavos. Entretanto, o primeiro poderia retrucar, superando esse lance para evitar perder um dólar, e assim por diante. No “mundo real”, um macabro jogo de escalada ocorreu durante a Guerra Fria (1945-1989), quando Estados Unidos e a antiga União Soviética aumentavam seus arsenais nucleares acima da capacidade de extinguir a vida no planeta. O “céu é o limite”, neste tipo de jogo! Descrições acessíveis sobre ele podem ser encontradas em SHUBIK, M. *Teoría de Juegos en las Ciencias Sociales*, cap. IX, § IX.4.1, p. 282 e em RAIFFA, H. *El Arte y la Ciencia de la Negociación*, cap VI, pp. 90-94. Além da comunicação, o papel do tempo e a psicologia dos agentes são fatores para saber quando parar em um ponto de equilíbrio que sirva de limite natural.

da comunicação sobre o comportamento humano. Muitos filósofos de várias áreas de investigação - na lógica, na linguística, epistemologia e mesmo na ética - procuraram antes, durante e depois de Thomas C. Schelling explicar o fenômeno da comunicação. Para isso, diversos conceitos foram formulados e alguns princípios lançados, a fim de descrever com maior precisão os atos de fala e a linguagem humana.

Apesar de poder-se encontrar estudos de filósofos precursores - a grosso modo, voltados para compreensão da linguagem em Platão, Santo Agostinho, Jean-Jacques Rousseau, entre outros -, a comunicação por ela mesma só veio a ocupar o foco das investigações no século XX, sobretudo depois do advento da radiodifusão e meios eletrônicos de massa - rádio e cinema, no início; televisão, a partir dos anos 1950; e a rede mundial de computadores, no final do século passado. Em 1916, a publicação póstuma do *Curso de Linguística Geral*, do suíço Ferdinand de Saussure (1857-1913), procurou estabelecer um campo limitado para a linguística, associando-a à *semiologia*, linha de pesquisa que o próprio Saussure reservou para o estudo dos signos e seu uso social. Em seu domínio específico, caberia à linguística definir a função da língua no conjunto dos fenômenos semiológicos, em geral comunicativos<sup>65</sup>. A semiologia buscou, então, delinear a estrutura da linguagem a partir do signo, seu significado e significante, inaugurando o estruturalismo linguístico que abriu espaço a um melhor entendimento do processo comunicativo. O conjunto dos signos linguísticos constituiria a língua, um sistema de hábitos consolidados no tempo pelas forças sociais que permite aos indivíduos a compreensão mútua. Ao lado da fala, a língua formaria, por fim, a linguagem como um fenômeno mais abrangente. No esquema proposto por Saussure, a linguagem era subdividida em fala e língua, sendo esta última, por sua vez, dividida em parte *sincrônica* - que trata das relações lógicas e psicológicas dos termos em um sistema reconhecido pela coletividade - e *diacrônica* - onde as relações entre os termos são intercambiáveis, sem a forma de um sistema percebido pelo coletivo<sup>66</sup>.

Essa tendência esquemática influenciou alguns autores, dos quais se destacou o linguista russo Roman Jakobson (1896-1982), cujos trabalhos sobre fonética definiram os conceitos de emissor, receptor, mensagem, código e canal. Desde Jakobson, que, no processo de comunicação, se entende o *emissor* como aquele que, de posse de um *código* - traços distintos que podem ser combinados segundo regras -, transmite uma *mensagem* - um conjunto de elementos portadores de informação - através de um *canal* - meio ou veículo pelo qual trafega a informação - para um *receptor*, aquele que recebe uma mensagem e a relaciona com um código comum ao emissor, decodificando e interpretando a informação<sup>67</sup>. O modelo de comunicação de Jakobson influenciou todos os campos de pesquisas que, a partir de 1962, de alguma maneira trataram do assunto, da antropologia à teoria matemática da informação, ainda que não adotassem plenamente o ponto de vista estruturalista.

Jakobson incentivou a generalização dos seus conceitos para domínios além da visão antropocêntrica da linguagem. Paralelo ao desenvolvimento da linguística, o desenvolvimento de máquinas inteligentes capazes de tratar a informação levou o estadunidense Norbert Wiener (1894-1964) a definir um novo ramo, em 1948, chamado

65 Veja SAUSSURE, F. *Curso de Linguística Geral*, introdução, cap. III, § 3, p. 24.

66 Veja SAUSSURE, F. *Op. cit.*, I part., cap. III, § 9, pp. 115-116, para descrição detalhada de seu sistema.

67 Todos esses conceitos estão definidos em JAKOBSON, R. *Fonema e Fonologia*, I part., seq. I, § 4, p. 60; §§ 7 e 7a, p. 78 e II part., p. 115.

por ele de *cibernética* - termo derivado do grego *kybernetike*, a arte da pilotagem, ou governo. A *cibernética* investiga o controle e a comunicação nos animais (incluindo os seres humanos) e as máquinas. Ao transmitir uma mensagem, o processo comunicativo cibernético exigiria que um sinal de retorno (*retroalimentação*) fosse recebido pelo emissor, a fim de permitir a correta compreensão de que a mensagem enviada, uma comunicação ou comando, fora adequadamente entendida e executada pelo receptor. A *informação*, aqui, representa o conteúdo trocado pelo emissor com o mundo exterior que o faz se ajustar a este de modo perceptível. A troca de informação seria, então, um processo de ajuste de quem se comunica “às contingências do meio ambiente e (...) efetivo viver nesse meio ambiente”<sup>68</sup>.

Em *Uma Introdução à Cibernética* (1956), William Ross Ashby (1903-1972) apresentou alguns esclarecimentos sobre o propósito da cibernética. Esta seria uma teoria dos modos como todas máquinas possíveis se comportam, sendo, assim “essencialmente funcional e comportamental”<sup>69</sup>. Vinculada à teoria matemática da informação, a cibernética permitiu ampliar a discussão sobre o alcance da comunicação em horizontes não restritos aos seres humanos. A comunicação passou a ser concebida também independente do aparato transmissor, embora não totalmente, a ponto de prescindir de um estado orgânico que lhe preservasse o significado:

as ordens de comando por via das quais exercemos controle sobre nosso meio ambiente são uma espécie de informação que lhe transmitimos. Como qualquer outra espécie de informação, essas ordens estão sujeitas à desorganização em trânsito. Geralmente, chegam a seu destino de forma menos coerente (...) do que quando foram emitidas. Em comunicação e controle, estamos sempre em luta contra a tendência da natureza de degradar o orgânico e destruir o significado; a tendência (...) de a entropia aumentar (WIENER, N. *Cibernética e Sociedade*, cap. 1, p. 17).

Além das questões sintáticas e semânticas da estrutura da linguagem e da comunicação, a cibernética chamou atenção para aspectos funcionais e do comportamento retroalimentado, que na filosofia da linguagem têm paralelo com a perspectiva pragmática e de ação social. O âmbito no qual o austríaco Ludwig Josef Johann Wittgenstein (1889-1951) definiu o conjunto da linguagem como sendo *jogos de linguagem*, ou seja “todo processo de uso das palavras” em que alguém age de acordo com as palavras que o outro pronuncia<sup>70</sup>. Essa nova visão, estimulou autores como o britânico John Langshaw Austin (1911-1960) e John Richard Searle a considerarem que os falantes de uma língua, em todos aspectos da comunicação, exercem ações linguísticas. Toda essa produção e emissão de frases corresponderia a uma função distinta - ameaças, promessas, nomeação etc. -, regida por um elenco de regras respectivas<sup>71</sup>. A vinculação do estudo da linguagem a sua função comunicativa proporcionou a abordagem de outras questões ligadas ao comportamento de quem se comunica. Ao debate sobre a

68 WIENER, N. *Cibernética e Sociedade*, I, pp. 17 e 18, para essa citação e toda descrição feita da cibernética.

69 ASHBY, W. R. *Uma Introdução à Cibernética*, cap. 1, § 1.2, p. 1.

70 WITTGENSTEIN, L. *Investigações Filosóficas*, § 7, p. 12.

71 Alguns critérios foram lançados por AUSTIN, J. L. *Quando Dizer é Fazer*, V conferência, pp. 57-65 e SEARLE, J. R. *Os Atos de Fala*, I part, cap. 3, pp. 73-95.

comunicação, somou-se os esforços de Karl-Otto Apel e Habermas em tentar caracterizá-la como campo apropriado para o estabelecimento de normas válidas moralmente, alargando ainda mais a compreensão que se tinha sobre o papel da comunicação na vida de todos<sup>72</sup>.

Nesse contexto de rica discussão acadêmica sobre a comunicação, a Teoria dos Jogos se insere como um instrumento a mais para ajudar esclarecer pontos que ficaram obscuros em uma abordagem ou outra e ajudar estabelecer contatos que aparentemente eram, de início, vistos como incompatíveis entre ramos de investigação opostos - por exemplo a Teoria Crítica da chamada Escola de Frankfurt e a Teoria da Escolha Racional. Quando a comunicação passou a ser entendida como ação para transmitir informações entre duas ou mais partes, com uma estrutura própria e finalidade que não se esgota no entendimento do significado da mensagem, mas exige a realização de seu conteúdo linguístico, para ser mantida, seus fins instrumentais puderam ser formalmente tratados como uma ação comunicativa que visa mudar o estado do mundo em favor de quem comunica, em primeiro lugar.

### *Comunicação na Teoria dos Jogos*

Wittgenstein, desconhecendo completamente a Teoria dos Jogos, chamou o processo de uso das palavras, que envolveria desde a denominação dos objetos, a aprendizagem da língua materna e a repetição ostensiva dos termos pronunciados, de *jogos de linguagem*. Sua interpretação pragmática deste conceito ressaltava o papel comunicativo do processo linguístico, dependente da interação entre parceiros que agem de acordo com o que fora pronunciado. Tal acordo, para ser fiel a Wittgenstein, faria parte da forma de vida dos participantes, capazes de entender as regras adequadas às diversas maneiras em que a linguagem pode ser “jogada”. Este aspecto interativo que torna a linguagem uma atividade comum aos falantes é partilhado também pela Teoria dos Jogos, na sua definição básica de *jogos estratégicos* como sendo aqueles em que as ações exercidas são escolhidas em função da reação esperada da outra parte envolvida. Diz respeito também ao ponto crucial da comunicação na visão da cibernética, onde a resposta adequada do ouvinte, retroalimentando o processo comunicativo, permite o controle do emissor sobre a justeza da informação transmitida. Em suma, em todo o processo comunicativo, a “audição” da voz do outro é o ponto central para que o “jogo da linguagem” seja bem-sucedido na sua concepção mais ampla.

A comunicação, do ponto de vista pragmático da linguagem e da Teoria dos Jogos, tem, portanto, uma tarefa decisiva para solução dos problemas dos falantes. Entretanto, convém lembrar que embora a classificação dos jogos em cooperativos e não-cooperativos dependa por definição da comunicação, como já foi destacado no primeiro capítulo, jogos de soma zero com informação perfeita, entre duas partes, podem dispensar por completo o seu emprego. Isto porque, aquele jogador que encontrar primeiro sua *estratégia vitoriosa* fatalmente a usará contra o seu adversário obtendo a vitória, ou pelo menos o empate (isto é zero *util*), posto que em jogos de soma zero entre dois jogadores um deve vencer e o outro perder, caso contrário ambos nada ganham ao final.

---

72 Sobre o conteúdo moral da discussão argumentativa é particularmente esclarecedora a leitura de HABERMAS, J. *Erläuterungen zur Diskursethik (Esclarecimentos sobre a Ética do Discurso)*.



No texto inaugural da teoria dos jogos contemporânea, Von Neumann e Morgenstern enfocavam sobretudo os jogos de soma zero com  $n$ -jogadores, sob o argumento de que os jogos de soma variável poderiam ser transformados em soma constante pela simples adoção de um jogador a mais que absorvesse as perdas ou os ganhos em jogo. Admitiam também que a comunicação fosse partilhada naturalmente em jogos com múltiplos participantes que poderiam, então, cooperar uns com os outros na formação de coalizões que imputassem uma *solução* aos jogos. Nos jogos cooperativos, a coalizão mais forte venceria a mais fraca segundo uma distribuição adequada dos ganhos entre os membros desta coalizão. O que não quer dizer que uma coalizão tivesse de ser formada necessariamente por jogadores fortes e poderosos. Uma coalizão vencedora poderia ser aquela que tivesse como participante o elemento mais fraco, desde que se conformasse em receber uma parte conveniente dos ganhos.

A abordagem sugerida por Von Neumann e Morgenstern desde 1944, define *solução* como uma imputação na qual a distribuição dos bens garante pelo menos a cada integrante da associação o recebimento de um mínimo equivalente ao que conseguiria se agisse por conta própria, sem tomar parte da união. Um conjunto de imputações é uma solução quando nenhuma distribuição de pagamentos interna domina a outra e, além disso, nenhuma imputação externa é preferida em relação ao conjunto formado<sup>73</sup>.

Para ilustrar isso, vem a calhar um exemplo esclarecedor de Rapoport. O conjunto de imputações:

$$S=[(50, 50, 0); (50, 0, 50); (0, 50, 50)],$$

que distribui \$100 por três jogadores é uma solução, pois nenhuma imputação entre elas é preferida ou pode ser dominada por outra de fora - como (60, 0, 40), que seria preterida por (0, 50, 50), a preferida pelos segundo e terceiro jogadores<sup>74</sup>. Aqui, a comunicação levaria dois jogadores a repartirem igualmente entre si o montante oferecido, deixando de fora o terceiro elemento que nada ganha, posto que o pouco que ganhe terá de ser retirado de algum outro jogador da coalizão majoritária que, por princípio, não abrirá mão de seus \$50. De um modo geral, nos jogos cooperativos com muitos jogadores, a comunicação exerce a função de coordenadora das ações, a fim de que as coalizões sejam formadas, dentro do conceito de solução, como conjunto de imputações, embora não defina qual coalizão será a vencedora.

Da maneira que fora posta por Von Neumann e Morgenstern, a partir de 1944, a comunicação era tida como característica distintiva dos jogos cooperativos, onde uma rodada prévia de troca de informações era permitida. Em jogos não cooperativos e estritamente competitivos (soma zero), entre dois jogadores, sua presença seria, de fato, totalmente desnecessária quando a informação fosse perfeita - xadrez, velha, damas etc. Nos jogos de informação imperfeita, por sua vez, seu papel restringir-se-ia ao uso do *blefe*, isto é fazer passar ao outro a falsa impressão de força ou fraqueza, no intuito de induzir o oponente a desistir de executar uma determinada estratégia por causa dessa informação confusa. Neste sentido, a comunicação atuaria como uma sinalização de um falso comportamento que visaria gerar incerteza e, por conta disso, limitar as escolhas do adversário. Vale dizer que a comunicação não serviria como fonte de soluções, mas de ardil restrito aos jogos de informação imperfeita, e que somente uma

73 Veja Von NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*, cap. VI, § 30.1.1, p. 264.

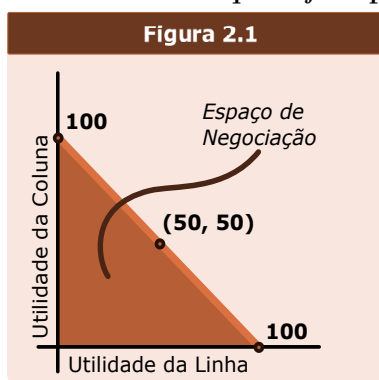
74 Veja RAPOPORT, A. *Lutas, Jogos e Debates*, cap. XII, p. 156.

mistura de estratégia adequada, como a maximin representa uma resolução para tais tipos de jogos entre duas pessoas<sup>75</sup>.

As coalizões que surgem nos jogos cooperativos com  $n$ -pessoas, indicam a necessidade de *negociação* para que haja um efetivo encontro de um conjunto de imputações que constituam a solução do jogo. No caso de apenas dois jogadores, a *solução cooperativa* será aquela que encontrar o par de ganhos que garanta a cada uma das partes ao menos aquilo que elas poderiam assegurar jogando sozinhas. Chegar-se-ia a este resultado depois de descartados todos os outros pares que não atendessem a esse requisito mínimo. Contudo, como afirmaram Luce e Raiffa, achar o melhor resultado em um conjunto de negociação com muitos pontos possíveis depende de aspectos psicológicos, relevantes no contexto de uma barganha, e que estão fora da matemática<sup>76</sup>.

### Problemas de Barganha

Uma tentativa de solucionar matematicamente o problema da barganha foi elaborada por John Nash, em 1950, nos artigos “*The Bargaining Problem*” e “*Non-cooperative Games*”. Nash partiu da suposição de que se poderia reduzir os jogos cooperativos (com comunicação prévia) à forma não cooperativa. Para isso, bastaria que fosse construído um modelo em que a negociação prévia teria suas etapas transformadas em um jogo não-cooperativo com uma quantidade infinita de estratégias puras que representariam toda situação. A solução obtida para este jogo “alargado”, por conseguinte, corresponderia ao valor obtido em um jogo cooperativo equivalente<sup>77</sup>. Pelo “programa de Nash”, a solução de um jogo não-cooperativo, quando houvesse, seria um par de equilíbrio único, considerando que cada indivíduo deseje maximizar sua utilidade; que o acordo obtido se torna obrigatório por não poder ser superado por nenhum outro alternativo, dentro do mesmo conjunto de negociação compacto e convexo, geometricamente; e que ambos jogadores tenham a mesma *habilidade de barganha*. A solução de Nash, em jogos com barganha, equivale ao ponto de equilíbrio que corresponde ao máximo de todos produtos de utilidade maiores que zero. Na divisão de \$100 entre dois jogadores, por exemplo, a solução de Nash é (50, 50), desde que a utilidade seja assumida como linear, do mesmo modo que o dinheiro. Nenhum outro par de coordenadas, dentro da região de resultados possíveis desenhada no gráfico da Figura 2.1, pode oferecer um produto de suas utilidades que seja superior a 2500.



75 Uma análise detalhada do blefe, em uma variante de pôquer simplificada, pode ser encontrada em Von NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Op. cit.*, cap. IV, §§ 19.1 a 19.16, p. 186-219, que é uma resposta ao problema original tratado por BOREL, É. “*Le Jeu du Poker*”, in *Traité du Calcul des Probabilités, et de ses Applications*, vol. IV, 2, cap. 5.

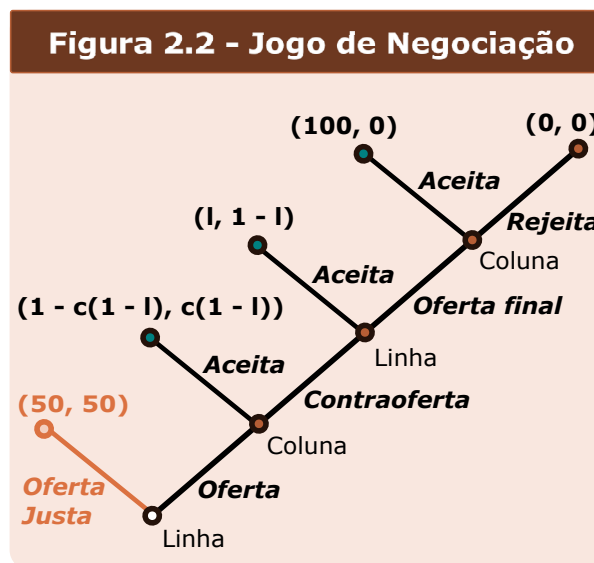
76 Veja LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Games and Decisions*, cap. 6, § 6.2, p. 118.

77 Veja NASH, J. “*Non-cooperative Games*”, in *Essays on Game Theory*, p. 295.

Matematicamente, a justeza do programa de Nash é indiscutível. Entretanto, a maneira pela qual o conceito de barganha é definido pode ser discutida. Sua suposição de que, em uma negociação, os indivíduos sejam “altamente racionais, possam comparar detalhadamente seus desejos pelas coisas, sejam igualmente capazes de negociar e tenham pleno conhecimento dos gostos e preferências do outro”<sup>78</sup> restringe o contexto da barganha a situações de *informação completa* onde haja o pleno conhecimento comum das preferências por parte dos jogadores. Barganhas com informação incompleta permanecem um desafio para os teóricos.

Outro modelo de negociação lançado nos anos 1980 por Ariel Rubinstein permitiu analisar a troca de ofertas alternadas entre os jogadores, levando em conta o grau de *impaciência* dos jogadores (o desejo destes anteciparem o final do jogo). Isto é, em um *jogo sequencial* - quando os jogadores tomam decisões em rodadas sucessivas e em determinada ordem de movimentos - a alternância de ofertas chegará a uma solução se esta representar um equilíbrio perfeito em seus subjogos. Um *subjogo* é qualquer parte de um jogo na forma extensiva que se inicia em um único nó de decisão e forma um conjunto completo de nós e ramos que sucedem a este nó. Eventualmente, um subjogo apresenta um nó terminal em equilíbrio de Nash, cuja combinação de movimentos que leva ao ponto de equilíbrio não apenas em todo jogo estendido, mas também em cada subjogo existente na árvore original. Quando isto acontece o ponto é considerado de *equilíbrio perfeito em subjogos*.

Um jogo de negociação simplificada para divisão dos \$100, sob o modelo de Rubinstein, ilustra como esse equilíbrio seria encontrado entre dois jogadores pacientes ou com graus diferentes de impaciência. Ambos devem resolver essa divisão no máximo em três rodadas, sendo que o primeiro tem um grau de impaciência “*l*” e o segundo “*c*”, que devem descontar os ganhos futuros como uma taxa para cada rodada. Além disso, caso um jogador tenha um ganho igual nas opções oferecidas em um determinado ponto de decisão, ele preferirá a alternativa que oferecer maior ganho para o adversário, do contrário, se não houver acordo, ambos nada ganharão. A figura 2.2 mostra como esse jogo finito de ofertas alternadas com impaciência, registra na primeira rodada a aceitação da oferta, como equilíbrio de Nash perfeito.



78 NASH, J. “The Bargaining Problem”, in *Essays on Game Theory*, p. 155.

Pelo modelo de negociação de Rubinstein, é possível analisar diversas situações variantes desde quando é jogado em apenas uma etapa até um jogo infinito com um número indeterminado de rodadas. Na versão de uma etapa, também conhecida como jogo do Ultimato, testes empíricos mostraram que a maioria das ofertas do primeiro jogador (Linha) aproxima-se da oferta justa (50, 50), que seria a solução no modelo de negociação de Nash. Em geral, as ofertas menores do que 30% arranhavam a reputação do segundo jogador (Coluna) que prefere a recusar ao invés de aceitar uma proposta indecorosa. A previsão teórica, no entanto, baseada na suposição de agentes egoístas, seria de que qualquer oferta, por mais ínfima que fosse deveria ser aceita por parte de Coluna, tal como é o espírito da interpretação que sugere ser a opção por (100, 0) preferida sobre (0, 0), como qualquer quantia muito pequena oferecida próxima de zero, semelhante a um centavo para Coluna e \$99,99 para Linha<sup>79</sup>.

Num jogo extensivo finito, o equilíbrio de Nash é buscado através de *indução reversa*, também conhecida como *algoritmo de Zermelo* em jogos sequenciais com informação perfeita, ou ainda pelo nome pomposo de procedimento padrão de *programação dinâmica*. Partindo das “folhas” - pontos terminais - até a “raiz” - ponto inicial -, em cada “nó” - ponto de decisão - de um jogador, escolhe-se o “ramo” - movimento - que leva ao subjogo que lhe ofereça o maior ganho. Uma vez encontrado o ponto de equilíbrio que represente uma solução para o subjogo original e todos os outros na mesma árvore, ter-se-á achado o equilíbrio de Nash perfeito dos subjogos. Assim, a divisão dos \$100 em três lances de oferta, contraoferta e oferta final faz com que Linha proponha ficar com tudo ou nada para ambos como sua última proposta. Considerando o grau de impaciência da Linha que varia entre 0 e 1, Coluna, sabendo que na última etapa ele corresponderá a 1 (o total em jogo), prefere ganhar 1 - l e oferecer l a Linha, que na penúltima etapa seria um pouco menor que um (devido à taxa de desconto), a ficar sem nada no final. Contudo, para evitar chegar nessa fase, Linha pode preferir explorar a impaciência de Coluna, oferecendo-lhe de imediato c - algo maior que 0 e menor que 1 - multiplicado pelo que ganharia depois (1 - l). Destarte, considerando a impaciência dos dois, a negociação em torno dos \$100 os dividiria a uma proporção que desse 1 - c(1 - l) para Linha e c(1 - l) à Coluna, logo no primeiro lance<sup>80</sup>.

Em uma variante mais ampla da barganha, para chegar-se ao equilíbrio perfeito de subjogos em negociações com infinitas alternâncias de ofertas, não é possível se recorrer à indução reversa. Nestes casos, o modelo de Rubinstein prevê que o equilíbrio perfeito ficaria na proporção da divisão oferecida pelo primeiro jogador (Linha) que propusesse para o segundo jogador (Coluna)

$$c(1 - l)/1 - cl$$

e o próprio ofertante ficasse com

$$1 - c/1 - cl$$

desde que seus graus de impaciência estivessem entre 0 e 1, sendo ambos indiferentes a

79 Para ser justo com Rubinstein, KREPS, D. M. **Game Theory and Economic Modelling**, cap. 5, pp. 125-126 lembra que em seu artigo de 1982 (“**Perfect Equilibria in a Bargaining Model**”), Rubinstein observara que jogos de negociação com alternância de ofertas que tenham muitos equilíbrios de Nash, há um único equilíbrio livre de ameaças que está próximo da divisão meio a meio.

80 Veja VARIAN, H. R. **Microeconomia**, cap. 29, § 29.7, pp. 573 e ss.

aceitar ou rejeitar uma oferta feita<sup>81</sup>.

Tudo isso e mais alguma coisa que não foi dita, mas será apresentada no momento oportuno, é o que acontece nas negociações tendo em vista os modelos de Nash e Rubinstein. Contudo, embora a comunicação seja um elemento-chave da barganha, não é plenamente considerada nesses contextos que apenas a supõem. Os efeitos da comunicação na negociação começam a aparecer com maior destaque quando se observa um jogo sugerido por Thomas Schelling que propõe a divisão dos \$100 simultaneamente por dois jogadores, mas sem a possibilidade de troca de informação. Caso a soma das pretensões dos dois viesse a ser menor ou igual a \$100, ambos ganhariam a respectiva quantia acertada. De outro modo, nada receberiam<sup>82</sup>.

Nestas circunstâncias, Schelling revela que 36 das 40 pessoas que participaram do teste, nos anos 1950, decidiram ficar com \$50. A resolução do problema de coordenação da divisão dos \$100 levou a busca pela única resposta que entre outras tantas poderia servir como coordenadora, mesmo que os interesses divergentes de ambos fosse uma dificuldade quase intransponível para o encontro de uma solução “justa”, numa barganha explícita. A ausência de comunicação, tacitamente gerou a divisão equilibrada por meio de linhas de ação comuns entre os agentes. De fato, como interpreta Schelling, o foco na divisão meio a meio deveria ser creditado a padrões éticos, opinião pública ou algum mecanismo precedente partilhado em comum pelos jogadores<sup>83</sup>. Elementos aos quais também podem ser creditados os resultados próximos à oferta “justa” que ocorrem no Jogo do Ultimato - quando a barganha deve ser decidida em uma etapa de oferta. O conceito de *ponto focal* foi defendido por Schelling como principal ferramenta na barganha tácita e um dos principais na negociação explícita, onde os participantes precisam convergir suas expectativas. “Pontos focais” serviriam como sinais claros que pudessem ser lidos sem ambiguidade.

### *Além da Negociação*

Muitos outros conceitos, além daqueles trabalhados na barganha, foram elaborados por teóricos dos jogos que se debruçaram sobre o papel da comunicação na solução de desafios estratégicos. De um modo geral, jogos *com comunicação* foram definidos como sendo aqueles em que, além das opções de estratégias puras especificadas na estrutura do jogo, é possível aos jogadores fazer uso de uma série de alternativas implícitas que permitem a comunicação entre eles. As partes não precisam sequer assinar contratos, bastando apenas que possam falar<sup>84</sup>. Instrumentos como *mediador*,  *sinalização*, *credibilidade*, *neologismo*, *conversa barata (cheap talk)*, entre outros conceitos podem ser decisivos para a análise correta desse tipo de jogo.

A partir dos testes realizados por Schelling, percebeu-se que os movimentos dos jogadores pelos ramos de um jogo na forma extensiva não eram suficientes para descreverem a riqueza de possibilidades que a comunicação pode produzir quando os jogadores entram em contato uns com os outros. A inserção da comunicação em suas estratégias implícitas permitiu modelar jogos cujo estudo apresentaram em detalhes

81 Duas apresentações didáticas diferentes do mesmo resultado de Rubinstein podem ser encontradas respectivamente em FIANI, R. **Teoria dos Jogos**, cap. 5, p. 132 e VARIAN, H. R. **Op. cit.**, cap. 29, § 29.7, pp. 575.

82 Veja SCHELLING, Th. C. **The Strategy of Conflict**, cap. 3, p. 61.

83 Veja SCHELLING, Th. C. **Op. cit.**, cap. 3, pp. 66 e ss.

84 Ver MYERSON, R. B. “**Communication, Correlated Equilibria and Incentive Compatibility**”, p.828.

os efeitos das ameaças e promessas - quando são críveis ou não, bem como as respostas plausíveis que as evitem ou tornem vinculantes -, além do refinamento dos equilíbrios para coordenação de expectativas. Neste contexto, merecem destaque os trabalhos de Robert J. Aumann (Nobel de economia em 2005), Roger Bruce Myerson, Joseph Farrell, David M. Kreps e Joel Sobel, entre outros que ajudaram a construir uma Teoria dos Jogos capaz de tratar dos problemas da comunicação à altura das tradicionais teorias acadêmicas sobre o assunto. A ponto de servir como uma ponte entre concepções de racionalidade estratégica e comunicativa, na filosofia.

Por outro lado, a concepção naturalista da comunicação, por sua vez, demanda que esta possa ser entendida como um desenvolvimento biológico que trouxe algum tipo de vantagem em termos de sobrevivência e reprodução para o indivíduo. A comunicação não poderia, então, existir sem que fatores materiais evidentes concorressem para isso. Entendida como uma ação que visa transmitir informações entre duas ou mais partes, a comunicação tem uma estrutura própria e um fim que não se esgota no entendimento do significado da mensagem, mas exige a realização de seu conteúdo linguístico, para ser mantida. O que vale dizer que a ação comunicativa se estende a seus fins instrumentais: mudar o estado do mundo em favor de quem comunica. Essa é uma das extensões do sentido de controle e comando apontado pela cibernética como essencial ao processo comunicativo, pois, para que o emissor saiba que sua informação foi corretamente compreendida pelo ouvinte, se requer que este o responda, executando uma ação correspondente<sup>85</sup>. Assim, a matéria sobre a qual a comunicação trabalha depende dos interesses individuais, que não se reduzem ao emprego correto de “pressupostos pragmáticos” - como quer a Teoria do Agir Comunicativo da qual se falará adiante. Para que tenha significado e credibilidade se faz necessário um “conhecimento comum” perene do jogo de linguagem praticado. A seguir, toda essa discussão será observada mais de perto, começando pela apresentação dos conceitos utilizados na pesquisa em torno dos jogos *com comunicação*.

#### §4. Informação Perfeita, Ameaças e Outros Conceitos

A formalização matemática dos modelos de negociação de Nash e Rubinstein, além de suas variantes e dos modelos de Harsanyi-Zeuthen<sup>86</sup>, só foi possível depois que o próprio John Nash se propôs interpretar a capacidade de negociar de uma maneira diferente da que havia sido traçada por Von Neumann e Morgenstern. Antes, as dificuldades percebidas para a descoberta de um resultado único para um processo de barganha decorriam do fato de se considerar imponderável a capacidade de negociação dos agentes. Por causa disso - como conta Kenneth George Binmore, na introdução aos *Essays on Game Theory*, de John Nash<sup>87</sup> -, a solução para os jogos cooperativos estava voltada para formação de coalizões em um conjunto de resultados que representassem a distribuição dos ganhos entre os participantes. O que significa que, da perspectiva dos *jogos cooperativos*, neste tipo de imputação, os jogadores atuariam no sentido de

85 Veja WIENER, N. *Op. cit.*, cap. 1, p. 16.

86 Uma introdução acessível aos modelos de barganha não-cooperativa pode ser encontrada em BINMORE, K., OSBORNE, M. J. & RUBINSTEIN, A. “Noncooperative Models of Bargaining”, in AUMANN, R. J. & HART, S. *Handbook of Game Theory*, vol 1, cap. 7, pp. 181-225. Outros que propuseram modelos de negociação tendo por base a teoria dos jogos cooperativa foram Kalai-Smorodinsky e Maschler-Perles. Descrição sumária dos modelos de Kalai-Smorodinsky e Maschler-Perles pode ser lida em SHUBIK, M. *Teoría de Juegos en las Ciencias Sociales*, VII, §§ 6.1 e 6.2, pp. 192-196. Muitos detalhes, como desconto, risco, pagamentos laterais, negociação com múltiplos agentes, entre outros, não poderão ser discutidos aqui.

87 Veja BINMORE, K. “Introduction”, in NASH, J. F. *Essays on Game Theory*, p. XIII.



descartar todos pares de pagamentos conjuntos dominados por outro ou ao menos o que cada um pudesse obter sem participar da cooperação. A solução é entendida, então, como o conjunto das imputações impossível de ser dominado internamente, entre si, nem externamente, por outra escolhida fora do conjunto<sup>88</sup>.

Os jogos cooperativos pressupõem que os jogadores possam coordenar seus planos, se ameaçarem e fazerem promessas, em um processo de barganha fora das regras formais do jogo. Neste sentido, Luce e Raiffa destacaram que a seleção de um resultado entre a multiplicidade de pontos em um *conjunto de negociação* dependeria de “certos aspectos psicológicos dos jogadores que são relevantes para o contexto de barganha”<sup>89</sup>. Von Neumann e Morgenstern pensavam fornecer a primeira abordagem matemática apropriada para a sistematização das condições psicológicas do problema da barganha, quando tratavam a negociação a partir da perspectiva dos jogos cooperativos. Entretanto, Nash não se satisfaz com a constatação de que a solução para o problema da barganha fosse indeterminada e imaginou que os jogadores poderiam ser dotados de técnicas de negociação melhores para a situação em que eles se achavam, ao invés de supor um negociador racional idealmente mais habilidoso do que um outro. Desse modo, a solução cooperativa de Von Neumann e Morgenstern passou a ser interpretada sob a ótica dos mesmos fins básicos que subjazem à teoria dos jogos cooperativos e não-cooperativos, embora nem sempre a visão da negociação como jogo não-cooperativo possa ser reproduzida na realidade.

Por sua vez, Ken Binmore, Martin Osborne e Ariel Rubinstein consideram que tanto a teoria dos jogos cooperativos como a dos não-cooperativos podem ser compreendidas como complementares, pois, por ser mais ampla, a interpretação cooperativa da negociação apresentaria o conjunto de soluções que, apesar de indeterminado e genérico, permitiria ao modelo da barganha não-cooperativa apontar especificamente em quais contextos o conceito de solução é aplicável<sup>90</sup>. O que de certo modo, permite Shubik argumentar que o uso dos termos “cooperativos” ou “não-cooperativos” é inadequado, uma vez que a descrição das situações por regras formais não traz imanente a cooperação ou não-cooperação<sup>91</sup>.

A despeito dessa diversidade de opiniões, em *Two-Person Cooperatives Games* (1950), Nash procurou mostrar como se poderia reduzir o jogo cooperativo a um *jogo não-cooperativo*, onde a comunicação das etapas de negociação ocorresse em movimentos sequenciais, representados na forma extensiva. Para tanto, cada jogador teria de possuir *informação completa* da estrutura do jogo e da função de utilidade de seu oponente, sendo ambos indivíduos plenamente racionais. O que vale dizer que todos jogadores sabem que cada um tem o *conhecimento comum* (informação partilhada pelos envolvidos) de todas as suas respectivas estratégias e ganhos, durante todo o desenrolar do jogo. Assim, cada um sabe quantos participam do jogo, as decisões que podem tomar e as suas recompensas esperadas<sup>92</sup>. Além disso, na evolução do jogo, cada jogador tem a *informação perfeita* sobre qual ponto de decisão, nó do jogo extensivo, se encontra, isto é, na sua vez de escolher o que fazer o agente sempre sabe o que os outros fizeram até aquele momento.

88 Veja VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*, cap. 1, § 4.5, pp. 39-40.

89 LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Games and Decision*, cap. 6, § 6.2, p. 118.

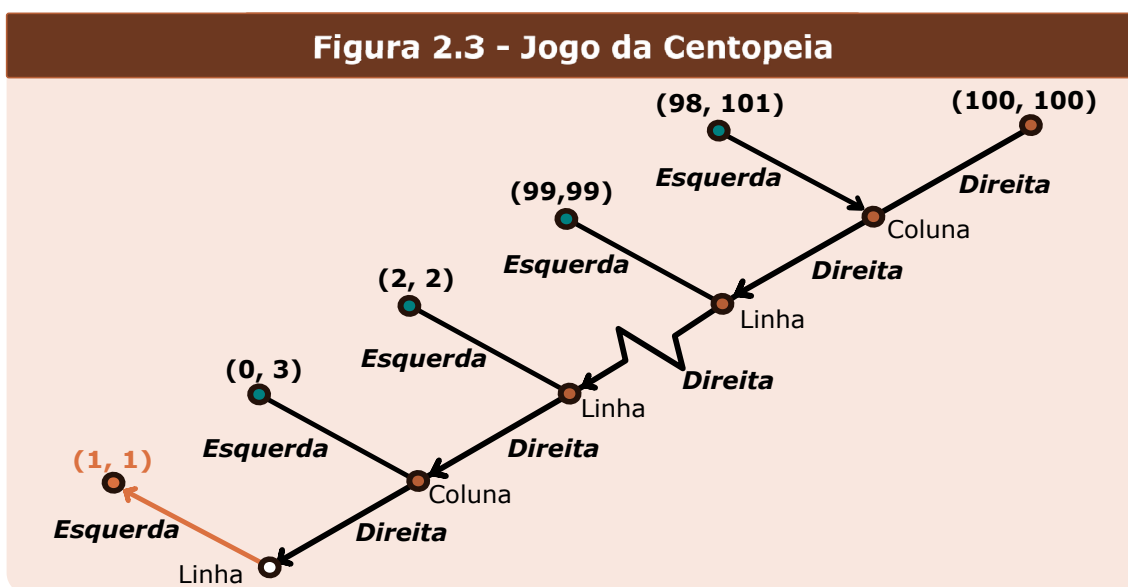
90 Veja BINMORE, K., OSBORNE, M. J. & RUBINSTEIN, A. *Op. cit.*, vol 1, cap. 7, pp. 181-182.

91 Veja SHUBIK, M. *Op. cit.*, § IX.1, p. 232, n. 1.

92 Veja NASH, J. F. “Two-Person Cooperative Games”, in *Essays on Game Theory*, pp. 129-130.



A perfeição e completude das informações disponíveis permitem aos jogadores racionais encontrar por meio do procedimento da *indução reversa* o equilíbrio perfeito do jogo, antes mesmo de executarem suas ações. O Jogo da Centopeia - desenhado na figura 2.3 - serve como exemplo de revelação dos efeitos desses conceitos quando analisados sob este método. Partindo do último movimento, a melhor escolha de Coluna seria “esquerda” que lhe proporciona um *util* a mais do que a “direita”. Contudo, Linha prevendo que isto poderia acontecer na penúltima rodada, dobraria à “esquerda”, garantindo 99 para ambos. Porém, antes que isso viesse ocorrer Coluna já teria desviado à “esquerda” que lhe pagaria 100, ao invés de se arriscar aos 99. Descendo assim a árvore, a centopeia chegaria às primeiras etapas, onde, seguindo sempre pela “direita”, se voltaria à raiz no momento em que Linha já sabendo de tudo que iria se desenrolar, decide escolher a estratégia da “esquerda”, de modo que em vez de conseguirem (100, 100) os jogadores da centopeia acabam por conseguirem apenas (1, 1).



A perplexidade diante do paradoxo da centopeia é mais uma entre tantos paradoxos apresentados pela Teoria dos Jogos e decorre das premissas de racionalidade e maximização da utilidade que foram apontadas antes. Mas outros fatores contribuem para sua previsão teórica afronte as intuições do cotidiano. Desde quando Robert W. Rosenthal (1945-2002) apresentou o primeiro estudo sobre a “centopeia” - no artigo “*A Model in which an Increase in the Number of Sellers Leads to a Higher Price*” (“*Um Modelo no qual um Incremento no Número de Vendedores Leva ao Preço Superior*”, 1980) -, vários testes empíricos indicaram que raramente o primeiro jogador escolhe o *equilíbrio perfeito* descoberto através da indução reversa<sup>93</sup>. O *conhecimento comum* que todos os jogadores partilham entre si das informações relevantes sobre o outro, somado ao prazo finito da interação e a plena consciência das informações que estão em jogo faz com que, teoricamente, a busca pelo menor risco leve a um resultado mínimo, mas seguro, na perspectiva de quem tem uma reputação a preservar. Na prática, entretanto, a imperfeição da informação pode levar a resultados melhores, na Centopeia, devido à incerteza quanto ao final do jogo ou sobre a personalidade do oponente. A informação imperfeita evitaria assim que a indução reversa pudesse ser aplicada. Como foi dito, a

93 Veja KREPS, D. M. **Game Theory and Economic Modelling**, cap. 4, pp. 77-82.

indução reversa é o método mais prático para encontrar, em um jogo extensivo - uma árvore de Kuhn -, o *equilíbrio perfeito de um subjogo* válido para todos os outros subjogos e para toda árvore original. Basta apenas que se descubra a folha que representa o par de ganhos em equilíbrio para os jogadores, sendo o resultado superior daquele que fez o último movimento correspondente a sua *sub-árvore*. No jogo da Centopeia, o equilíbrio perfeito recai sobre (1,1) logo no primeiro movimento do primeiro jogador que dá início a ele. As maneiras pelas quais se pode ter acesso às alternativas melhores na Centopeia e os modelos de jogos dessa família serão expostos no terceiro capítulo. Por enquanto, outros conceitos relacionados com a comunicação precisam ser introduzidos.

### *Os Conceitos dos Jogos com Comunicação*

Embora o modelo de negociação de Nash seja formal ao extremo de praticamente ignorar a cooperação gerada pela comunicação prévia - lembre-se que ele reduziu os jogos cooperativos aos não-cooperativos em seu programa -, teve de incorporar as trocas de ameaças, como dispositivo necessário para alcançar o único ponto de equilíbrio da negociação. Ameaças e promessas constituem *compromissos* ou ações que os agentes poderiam dispor para restringirem suas escolhas ou as dos outros no futuro, de maneira que não possam mais voltar atrás<sup>94</sup>. Na visão de Nash, alguém *ameaça* o outro quando o convence de que caso não atue conforme sua exigência, então o ameaçador será obrigado a agir no sentido que havia proposto, ainda que isto seja algo que o próprio agente não quisesse fazer<sup>95</sup>. Uma definição para *ameaça* mais curta dos que as cinco *regras semânticas* que Searle propôs para indicar esta função ilocucional na teoria dos atos de fala, a saber:

1. Uma ameaça deve ser emitida por uma frase, cuja emissão predica um ato futuro do falante, caso o ouvinte não aja segundo a demanda do falante;
2. A ameaça deve ser emitida se o ouvinte prefere que o falante não a realize e está em condições de fazer o que o falante quer, sabendo este disto;
3. A ameaça será enunciada se não for óbvio para os agentes que será executada no decurso normal dos acontecimentos;
4. Ao enunciar a ameaça o falante tem realmente a intenção de fazê-la, caso o ouvinte não faça o que este quer;
5. E sua emissão vale como uma obrigação de realização da ação por parte do falante, se o ouvinte não agir como ele deseja<sup>96</sup>.

De qualquer forma, trata-se da situação que pode ser claramente representada na matriz montada por Luce e Raiffa, em *Games and Decisions*, reproduzida na figura 2.4.

94 Veja BINMORE, K., OSBORNE, M. J. & RUBINSTEIN, A. *Idem*, vol 1, cap. 7, § 4, p. 197.

95 Veja NASH, J. F. *Op. cit.*, p. 130.

96 Tentativa de estabelecer as regras semânticas da ameaça tendo por base a teoria exposta por SEARLE, J. R. *Atos de Fala*, cap. 3, § 3.4, pp. 86-95.

**Figura 2.4**

		Coluna	
		<i>Estratégias</i>	
Linha	Alto	0, 100	100, 0
	Baixo	-1, -200	-40, -300

O par (0, 100) mostra o equilíbrio que resulta do encontro das estratégias puras dominantes alto e esquerda, respectivamente, para Linha e Coluna. Sem a possibilidade de comunicação e jogado simultaneamente de uma única vez, é previsível que Coluna vá receber 100 e Linha zero. Entretanto, se for permitida a comunicação prévia entre os jogadores, Linha terá a oportunidade de impor um acordo a Coluna, ameaçando jogar “baixo”, ainda que viesse sofrer a perda de -1, caso seu oponente mantivesse a posição da “esquerda” e não aceitasse abrir mão dos 100 em seu favor, pelos resultados produzidos através das ações “alto-direita”. Do ponto de vista de um agente egoísta, esse tipo de comportamento, da parte da Linha seria impensável, posto que qualquer perda, ainda que pequena, deve ser evitada pela racionalidade estratégica, presumida. Contudo a possibilidade de ameaça está aberta pela via da comunicação e se Coluna prefere fazer valer sua expectativa de ganho, deve evitar, de todo modo, entrar em contato com Linha, mantendo o jogo na categoria não-cooperativa e preservando o curso “natural” das coisas. Por sua vez, Linha, caso queira perseguir os 100, deve procurar de todas as maneiras levar Coluna à mesa de negociação, onde demonstraria todo seu poder de barganha. Neste caso, Coluna poderia contra-atacar ameaçando “direita” se Linha jogar “baixo”. Porém, o prejuízo que teria seria maior do que os -40 impostos ao primeiro, já que o próprio perderia 100 a mais do que em sua dominante. A ameaça de Coluna, portanto, teria pouca *credibilidade* em relação a da Linha<sup>97</sup>.

Para que a comunicação da ameaça surta algum efeito, é preciso que o oponente não perceba que haja qualquer incentivo da parte de quem ameaça para mentir. Desde modo, o grau de *credibilidade* que o conteúdo desta informação pode alcançar depende da coincidência dos interesses dos jogadores em um ponto de equilíbrio viável. Mas ainda assim, uma completa previsão do que pode acontecer depende de um entendimento detalhado da análise econômica e psicológica dos agentes, posto que entra em jogo também a *reputação* de cada um e sua disposição em preservá-la. A troca de ameaças em uma negociação visa promover a *dissuasão* entre as partes. Nesse sentido, agir como uma *máquina do juízo final* torna-se um recurso muito eficaz em situações extremas. Por outro lado, paradoxalmente, cortar as comunicações pode vir a ser a melhor atitude de quem tenha vantagem se o jogo for disputado de uma só vez na forma não-cooperativa, sem conversações prévias. Além disso, um dos fatores que contribuem para reforçar a credibilidade das ações é o custo de realização das ameaças. Quanto maiores eles forem e quanto mais abrangentes as suas consequências, maiores são as dúvidas de que possam vir a ser desempenhadas, tal como a possibilidade de

97 Veja LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Op. cit.*, cap. 6, § 6.3, pp. 119-120.

destruição nuclear, depois da Guerra Fria. Esse detalhe sobre o custo da ameaça para o falante permite que a interpretação desse tipo de ato de fala, seja mais abrangente, através da Teoria dos Jogos do que apenas pela Filosofia da Linguagem. Pois vai mais longe que a visão analítica, semântica, ou até pragmática, comum a essa área da filosofia, e amplia os estudos da compreensão do comportamento linguístico, incorporando os interesses expressos na função de utilidade dos agentes falantes.

Outro aspecto linguístico importante que pode ser tratado pela teoria dos jogos falados diz respeito ao *significado* que não pode ser entendido apenas por análise de conceitos. As mensagens que são empregadas para formação de equilíbrio e precisam ser enviadas dependem do conhecimento comum da língua partilhado pelos falantes de uma comunidade. Mensagens que sejam consideradas *neologismos*, inesperadas para o contexto em que estão sendo usadas, não permitem que pontos de equilíbrios possam ser encontrados, exceto quando seu significado literal é considerado. De tal sorte, que a interpretação do significado fornecida por Joseph Farrell corrobora a concepção wittgensteiniana de que o uso é uma das principais maneiras de conferir significado aos termos da língua<sup>98</sup>. Mesmo que problemas de comunicação possam impedir a troca de informações entre os jogadores, prejudicando a compreensão do significado, modelos de situações onde se busca a *coordenação*, mostram que *pontos focais* podem ser descobertos por agentes que partilhem interesses comuns e convivam sob *convenções* semelhantes. Seguindo Thomas Schelling, de um modo geral *jogos de coordenação* são aqueles em que situações de negociação tácita podem transformar o conflito de interesses na escolha por uma ação coordenada promovida por um consenso em torno de um resultado que corresponda à mesma interpretação de algum sinal que sirva de foco para o encontro das trajetórias traçadas. Tais *pontos focais* precisam ser nítidos e restringirem os possíveis resultados. Jogos de coordenação podem surgir entre pessoas com interesses divergentes, como na divisão meio a meio dos \$100 ou podem aparecer como “pura coordenação” na matriz da figura 2.5.

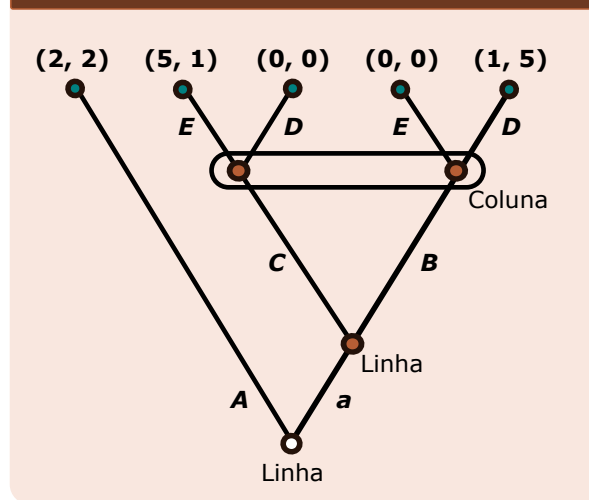
**Figura 2.5**

		Coluna		
		Esquerda	Centro	Direita
Linha	Estratégias			
	Alto	10, 10	0, 0	0, 0
	Centro	0, 0	9, 9	0, 0
	Baixo	0, 0	0, 0	10, 10

Embora (9, 9) não ofereça o melhor pagamento entre os pontos de equilíbrio, é o único resultado que permite o encontro sem confusão entre os jogadores, na ausência de comunicação, pois provê uma dica ou “cola” que orienta as escolhas comuns feitas por agentes racionais. Pontos focais, nem sempre fornecem a melhor solução para os indivíduos, no sentido estrito da teoria dos jogos, mas são uma indicação de que, em

98 É no artigo FARRELL, J. “Meaning and Credibility in Cheap-Talk Games”, § 5, p. 519 que a aproximação entre a Teoria dos Jogos e a Teoria da Linguagem de WITTGENSTEIN, L. *Investigações Filosóficas* aparece de uma forma explícita.

Figura 2.6 - Multiestágios



contextos empíricos, sinais e convenções devem ser apreciados para que uma escolha recaia em soluções racionais fora de “uma formulação dos jogos puramente matemática”<sup>99</sup>. Na coordenação das ações, a comunicação leva ao encontro de um equilíbrio mais refinado para os agentes, principalmente quando o ótimo de Pareto está disponível. Porém, ainda que uma comunicação direta não seja possível a simples presença de um rótulo ou *mediador* (humano ou máquina) pode ajudar os jogadores a se comunicarem ou sugerir estratégias que levem aos melhores resultados. Sua atuação fica evidenciada, por exemplo, em jogos de multiestágios como o da figura 2.6. A tarefa do mediador é de procurar uma ação recomendável para cada jogador, que pode ser uma probabilidade, e apresentá-la confidencialmente a cada um. Tais ações são calculadas a partir de relatórios fornecidos pelos jogadores, e sua precisão depende da honestidade dos relatos e da obediência às recomendações.

Conforme a interpretação fornecida por Roger B. Myerson, este jogo de multiestágios faz com que o primeiro jogador, a Linha, tenha um momento em que pode decidir se escolhe a ação “A”, onde um equilíbrio de Nash aguarda em (2,2), ou “a”, arriscando obter (5,1) como um outro ponto de equilíbrio que poderia ser alcançado se Coluna fosse para “E” depois de Linha ter jogado “C”. Contudo, apenas um mecanismo gerador de probabilidade poderia tornar isto factível, uma vez que o conjunto de informação de Coluna não permitiria que este decidisse pela estratégia pura “E”, sabendo que poderia ganhar (1,5), seguindo “D”. Se um meio de comunicação pudesse garantir que a probabilidade 0,5 seria assinalada para ambos resultados (C, E) e (B, D), então, cada um poderia receber a expectativa de ganho de pagamento (3, 3), como uma mistura dessas duas estratégias. Porém, este novo ponto de equilíbrio só estaria disponível se Linha abrisse mão de ir para “A”, estratégia que domina “B”, por lhe fornecer dois seguros e não apenas o incerto um. Neste instante, a presença de um mediador facilitasse as coisas ao recomendar que Linha vá para “a”, a fim de maximizar sua utilidade esperada. No segundo estágio, o mediador imparcial faz suas recomendações depois de lançar uma moeda, cujos lados estariam vinculados respectivamente às estratégias conjuntas (C, E) e (B, D). Sua orientação não será desobedecida enquanto um jogador esperar que o outro obedeça às instruções. Tentar fugir unilateralmente dessa situação

99 SCHELLING, Th. *The Strategy of Conflict*, apêndice C, pp. 302-303.

tem como punição zero de recompensa. Tal exemplo ilustra o modo como a comunicação em multiestágios, feita em qualquer etapa do jogo extensivo, pode gerar novos equilíbrios com a intervenção de um mecanismo de mediação adequado<sup>100</sup>.

### *Sinalização e “Conversa Barata”*

Todas as situações em que a comunicação foi apresentada até agora foram montadas de maneira que a troca de mensagens e a transmissão de informações, de um modo geral, não representavam nenhum custo para o emissor, falante ou ouvinte. Quando isso acontece, significa que o simples fato da conversação ter sido permitida não alterou os valores da matriz de pagamentos dos jogadores envolvidos. Uma *conversa barata*, além do custo zero de implementação, só pode ser compreendida quando a comunicação é plena, sem mediadores e sem compromissos vinculantes anteriores. Em uma “conversa barata”, os jogadores simplesmente falam, embora nem sempre os jogadores confiem na verdade do que é dito ou acreditem na palavra de quem fala. Não obstante, ainda que não modifique diretamente os pagamentos, as respostas dos ouvintes ao que é dito afetam decisivamente o resultado do jogo. O que significa que em determinados cenários a conversação plena pode gerar a confiança e a crença que motivem os jogadores à cooperação<sup>101</sup>.

Desde que Luce e Raiffa criaram a “Batalha dos Sexos”, sabe-se que a presença da comunicação proporciona resultados melhores, na fronteira do ótimo de Pareto, aos jogadores. O segundo estágio do exemplo fornecido por Myerson é uma variante da “batalha” original na sua forma extensiva. Nestes casos, um mecanismo de mediação gera a confortável aplicação de suas estratégias mistas. Entretanto, uma autêntica conversa barata não lança mão de tais recursos. Se for permitido que um dos jogadores, como a Linha, tenha a primazia de transmitir uma mensagem antes de Coluna anunciar sua decisão, a escolha por sua estratégia favorita obrigará o segundo a seguir esse programa, sob pena de ambos nada obterem. Para que o *jogo de conversa barata*, também chamado de *Jogo Falado*<sup>102</sup>, tenha efeitos positivos sobre as pretensões dos jogadores de modo simultâneo, é preciso que se constitua uma loteria em que ambos troquem mensagens ao sabor da sorte até que uma estratégia coordenada surja em primeiro lugar. Assim, uma *longa conversa barata* soluciona o problema de coordenação em jogos onde haja conflitos de interesses, como na Batalha dos Sexos, ao permitir que a troca de informações seja feita, durante várias rodadas indeterminadas, até que uma opção em equilíbrio surja entre os falantes. No entanto, existem razões para estar cético quanto à eficiência dos jogos falados que serão tratadas a seguir.

Em geral, no jogo falado, as mensagens que estão sendo utilizadas não influem nos ganhos dos jogadores, pois seus significados são de conhecimento comum. Os equilíbrios obtidos dependem apenas do conteúdo da informação que está sendo enviada e das ações tomadas a partir disso. As mensagens passam a determinar os resultados quando a informação é incompleta para os jogadores, isto é, um jogador (o *emissor*) sabe de alguma coisa relevante que o outro (o *receptor*) desconhece. Assim, a transmissão de *senal* eficaz passa a ter importância decisiva nos jogos chamados de *sinalização*, aqueles que na sua descrição canônica correspondem ao jogo simples de duas pessoas,

100 Tudo isso está em MYERSON, R. B. “Multistage Games with Communication”, § 2, pp. 325-327.

101 Veja FARRELL, J. & RABIN, M. “Cheap Talk”, p. 104 e AUMANN, R. J. & HART, S. “Long Cheap Talk”, pp. 1 e 2.

102 Para a explicação que se segue, veja AUMANN, R. J. & HART, S. *Op. cit.*, p. 14.



desenrolado em dois estágios, no qual o *Emissor* ( $E$ ) detém uma informação privada com um *tipo* de valor ( $t$ ) que deve ser transmitida por uma mensagem ou *senal* ( $s$ ), tirada do repertório ( $S$ ), ao *Receptor* ( $R$ ). Este, por sua vez, embora desinformado, possui crenças, baseadas no conhecimento comum, sobre o tipo da informação de  $E$  que será transmitida com uma distribuição de probabilidade qualquer ( $p$ ), em relação ao conjunto de tipos possíveis ( $T$ ). Ao receber o sinal,  $R$  escolhe de sua lista de estratégias compatíveis ( $A$ ) a *ação* ( $a$ ) mais adequada a ser tomada. Os ganhos de ambos jogadores é obtido por uma função que envolve os conjuntos ( $T, S, A$ ) para cada um. Ao passo que, em uma “conversa barata”, os resultados dos falantes são atingidos pelas funções de ( $T, A$ ), já que a mensagem não acarreta nenhum custo para ambos.

Sobre outro aspecto, as mensagens que não são usadas para formar equilíbrios são chamadas de *neologismos*. Apesar de inesperados, os neologismos podem, entretanto, vir a ter significado e credibilidade, quando o conhecimento comum for rico o suficiente para permitir uma compreensão *literal* do enunciado. Sua credibilidade também pode ser resgatada em situações em que as mensagens são *autossinalizantes*, quando  $E$  deseja que  $R$  acredite que o sinal corresponde precisamente a  $t$ , sabendo que isso só será possível se a mensagem for verdadeira. Nesses casos,  $R$  poderia dar crédito ao neologismo, interpretando subjetivamente, com razoável probabilidade, que sua crença na verdade de  $t$  é correta<sup>103</sup>.

Um exemplo típico de *sinalização* ocorre nas vendas, em geral, onde o vendedor ( $E$ ) de carros ou imóveis procura levar o consumidor ( $R$ ) a se decidir pela compra do produto ou serviço. O produto pode estar em perfeito estado ou conter algum vício oculto ( $T$ ) e o vendedor sabe qual é o seu verdadeiro tipo. Na dúvida, o comprador atribui uma certa probabilidade ( $p$ ) para o estado do objeto. Sem ter como apresentar diretamente a qualidade do produto, o vendedor deve oferecer uma *garantia* que será transmitida por um sinal. O comprador decide, com base nesta mensagem, por pagar um preço que varia de acordo com a amplitude da garantia ( $A$ ). Algumas variações desta situação admitem mais de um comprador ou ainda ofertas do tipo *pegar ou largar*, quando o vendedor junto com a garantia estipula um preço fixo para venda, demonstrando que tem pleno domínio da negociação<sup>104</sup>.

Esses são os principais conceitos empregados na Teoria dos Jogos na hora de analisar os modelos de situações em que a comunicação exerce a sua influência. Muitos outros surgem para explicar os detalhes eventuais ao longo da investigação. A seguir, ver-se-á como eles podem ser mobilizados nos modelos que já se tornaram clássicos, enquanto a comunicação transformar jogos não-cooperativos em cooperativos, e vice-versa, desmanchando os limites tradicionais e apresentado os jogos falados como uma nova categoria, com suas complexidades e dificuldades próprias.

## §5. Jogos com Comunicação e seus Modelos

Até o início dos anos 1980, ainda não havia sido feita uma formalização que permitisse a teóricos dos jogos tratar formalmente modelos de jogos com palavras, gestos e sua eventual ambiguidade. Teóricos talentosos, como Shubik, viam dois problemas de difícil resolução a serem enfrentados na modelagem dos *jogos falados*. O primeiro

103 Veja FARRELL, J. *Op. cit.*, §§ 2 a 6, pp. 516-521.

104 Para descrição do modelo canônico e da sinalização de mercado, queira ver KREPS, D. M. & SOBEL, J. “Signalling”, in AUMANN, R. & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 2, cap. 25, pp. 851-852.



referia-se à codificação das palavras e o segundo à descrição do grau de compromisso assumido pelos falantes<sup>105</sup>. Desde Von Neumann e Morgenstern, que se imaginava ser a forma extensiva a melhor maneira de incorporar a comunicação como parte das estratégias disponíveis. Entretanto, as situações onde a possibilidade de comunicação fosse muito ampla colocavam enormes complicações formais. Roger Myerson explica que a simples comunicação de uma palavra entre dois jogadores obrigaria ao ouvinte ter como conjunto de informação nada mais, nada menos do que todos os verbetes de um dicionário da mesma língua do falante<sup>106</sup>. Tudo isso porque, em teoria dos jogos, os modelos são construídos ostensivamente para atender casos gerais sem privilegiar a realização de um evento particular. Ao invés de proceder como o princípio geral de jogos extensivos, talvez fosse melhor considerar que as chances de comunicação estão de fato implícitas nas estratégias explícitas dos modelos de jogos.

Myerson propôs então que *jogos com comunicação* fossem definidos como aqueles em que, além das opções de estratégias descritas especificamente na estrutura do jogo, fossem adicionadas uma ampla faixa de opções tácitas para comunicação entre os jogadores. Para tanto, bastaria que os agentes fossem capazes apenas de falar, sem que se precisasse assumir que eles tenham qualquer habilidade para firmar contratos<sup>107</sup>. A comunicação implícita, ou tácita, foi tratada intuitivamente por Schelling em sua análise dos jogos de coordenação, onde é possível encontrar *pontos focais* que representem uma solução para as circunstâncias em que a comunicação direta não é possível nem desejável por uma das partes. Isto foi em 1960, a partir da edição do clássico *The Strategic of Conflict*. Entretanto, a modelagem da comunicação pouco avançou no período entre este lançamento e as observações de Shubik, até que Vincent Paul Crawford e Joel Sobel dessem um segundo passo na formalização de modelos de jogos com *emissor e receptor*<sup>108</sup>.

No jogo de emissor e receptor entre dois participantes, o emissor possui uma informação privada, mas depende da escolha de uma ação por um receptor desinformado. Então o emissor envia um sinal ao receptor, que, por ser sujeito a ruído, exige uma interpretação estimada de seu significado a partir da qual será tomada a decisão sobre uma ação a seguir.

(...) Cada agente responde otimamente à escolha estratégica de seu oponente, levando em consideração as implicações à luz de suas crenças probabilísticas e maximizando a expectativa de utilidade sobre suas possíveis escolhas estratégicas (CRAWFORD, V. P. & SOBEL, J. “*Strategic Information Transmission*”, sec. 2, p. 1433).

Uma instância desse tipo de situação é apresentada na figura 2.7 montada por Joseph Farrel e Matthew Rabin<sup>109</sup>.

105 Veja SHUBIK, M. *Teoría de Juegos en las Ciencias Sociales*, IX, §4.2, p. 284.

106 Veja MYERSON, R. “**Communication, correlated equilibria and Incentiva Compatibility**”, in AUMANN, R. J. & HART, S. *Handbook of Game Theory*, vol.2, cap. 24, p.828. Imagine-se na condição de turista em um país do qual não conhece o idioma, a procura de uma palavra no seu dicionário de bolso, para traduzir o que um nativo lhe dissera há pouco!

107 Veja MYERSON, R. *Op. cit.*, *idem*.

108 Veja CRAWFORD, V. P. & SOBEL, J. “**Strategic Information Transmission**”, in *Econometrica*, vol 50, n° 6, pp. 1431-1451.

109 Veja FARRELL, J. & RABIN, M. “**Cheap Talk**”, p. 106.

Dois pontos de equilíbrio são encontrados quando os pares de estratégias puras (alto, esquerda) e (baixo, direita) acontecem. Para Linha, seria melhor que Coluna esquecesse sua mão direita em casa e escolhesse *esquerda*. Entretanto, Coluna sabe que baixo domina fracamente alto e caso essa dominante venha ser a escolha efetiva de Linha o melhor que faria seria escolher *direita*. Só Linha sabe quais são suas reais intenções, mas para influir na escolha de Coluna, envia-lhe uma mensagem dizendo que vai jogar “alto”. Cabe agora à Coluna decidir se vai para esquerda ou para direita. Se acreditar na informação e decidir pela Esquerda, corre o risco de se decepcionar quando receber zero, depois que Linha for para Baixo, optando por ganhar ao menos um, caso Coluna vá para Direita.

**Figura 2.7 - Significado *sem* Crédito**

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Linha	Alta	2, 1	0, 0
	Baixa	2, 0	1, 3

A falta de um sinal que seja evidente por si mesmo, quer dizer, o tipo de estado que Linha pretende informar a Coluna pode não ser o mesmo que ela realmente está, faz com que a transmissão da informação feita sem custo, nestas circunstâncias, não tenha nenhuma *credibilidade*. Para enfatizar sua mensagem teria o emissor de fornecer alguma garantia que lhe fosse custosa, a fim de que os custos pelo não cumprimento da promessa compensassem os riscos do receptor em acreditar na palavra do falante. Caso contrário, tudo o que o primeiro jogador disse poderia até ter significado, mas nenhum crédito para o tomador de decisão. Tal estrutura subjaz a contextos da vida cotidiana como a busca por emprego em uma firma. O candidato à vaga pode querer ocupar um cargo que pague mais, mas que exija alta capacidade, embora saiba que possui habilidade baixa. Sem ter como verificar prontamente a que tipo pertence o candidato a empresa se vê obrigada a destiná-lo a um cargo inferior. Assim como preveem Farrell e Rabin no artigo “*Cheap Talk*”<sup>110</sup>.

Uma rodada prévia de *conversa barata* em nada ajudaria a uma pessoa nessas circunstâncias. Quem recebe a informação tem motivos para desconfiar de sua veracidade. Tudo por causa de uma distribuição de valores desfavorável à apreciação da verdadeira condição do falante. Essas situações são aquelas em que há margem para *mentira*, uma vez que o emissor teria mais a ganhar ocultando seu tipo real. Ocupar um alto cargo com uma capacidade não correspondente lhe traria um maior ganho do que se houvesse uma paridade na correlação entre o tipo e o sinal transmitido. Pense nos custos de adquirir uma alta capacidade de desempenho.

Contudo, quando a distribuição dos ganhos na matriz é diferente, como na figura 2.8, já não há incentivo nem qualquer vantagem para o falante informar algo que não corresponda ao que é de *conhecimento privado*.

110 Veja FARRELL, J. & RABIN, M. *Op. cit.*, pp. 105-107.

Figura 2.8 - Significado e Crédito			
		Coluna	
<i>Estratégias</i>		Esquerda	Direita
Linha	Alta	2, 1	0, 0
	Baixa	0, 0	1, 3

Agora, se Linha informar que vai para o Alto, não resta a Coluna outra opção a não ser acreditar na mensagem e ir para a esquerda, e *vice-versa*. A “conversa barata” pode então exercer plenamente a função de transmitir um sinal sobre o tipo real do agente. As escolhas das estratégias são então facilmente coordenadas. É o mesmo quadro visto no modelo tradicional da Batalha dos Sexos, com a solução correspondendo a um dos dois pontos de equilíbrios puros existentes.

### Comunicação e Interesses

No jogo de emissor e receptor apenas uma rodada prévia de comunicação é permitida e o sinal segue uma única direção, sem possibilidade de retroalimentação. Em uma conversa mais prolongada a simetria dos papéis, de um modo geral, e na Batalha dos Sexos, mais especificamente, poderia servir para esclarecer confusões ou ruídos que possam ocorrer desde a primeira transmissão, quando se busca coordenar as ações. Entretanto se os interesses divergentes podem gerar conflitos, os ganhos potenciais podem desaparecer na discussão sobre o que se deve cooperar. Na ausência de um mecanismo de controle da comunicação, o encontro de um *ponto focal* pode ser a melhor alternativa a uma *conversa barata*.

A comunicação direta desempenha um papel importante, na medida em que os fins dos agentes tenham um relacionamento mais próximo. A perfeição da comunicação depende completamente da coincidência dos interesses dos participantes, como sugerem Crawford e Sobel, na conclusão de seu artigo<sup>111</sup>. A comparação entre os efeitos do *ponto focal*, ou convenção, e os de uma *conversa barata* ilustram essa questão. Linha e Coluna resolvem fazer as pazes e marcar um jantar. Têm quatro opções possíveis, sendo indiferentes às três primeiras que são preferidas em relação à quarta - um restaurante ruim, mas próximo dos jogadores. Suas recompensas são expressas na figura 2.9.

Figura 2.9 - "Pura Coordenação"					
		Coluna			
<i>Restaurantes</i>		I	II	III	IV
Linha	I	3, 3	0, 0	0, 0	0, -2
	II	0, 0	3, 3	0, 0	0, -2
	III	0, 0	0, 0	3, 3	0, -2
	IV	-2, 0	-2, 0	-2, 0	1, 1

111 Veja CRAWFORD, V. P. & SOBEL, J. *Op. cit.*, vol 50, nº 6, pp. 1450.

O par em equilíbrio formado pelo encontro das estratégias que levam ao Restaurante Quatro é o menos eficiente, muito longe do ótimo de Pareto. Entretanto, esse será o ponto focal que atrairá as partes caso não seja possível nenhuma comunicação direta. Se ao menos um único sinal pudesse ser transmitido ao outro, todos fariam o esforço de comunicá-lo e interpretá-lo da maneira mais evidente possível, marcando o encontro em um dos três primeiros restaurantes. O pior dos mundos seria alguém achar que seu sinal fora corretamente compreendido, enquanto o outro ignorando o tipo verdadeiro se encaminha para o Restaurante Quatro. Para evitar tal confusão, a retroalimentação se faz necessária, ou uma conversa um pouco mais estendida capaz de evitar qualquer dúvida ou mal-entendido, com respeito ao destino de ambos. Em todo caso, esse exemplo de pura coordenação esclarece a força da comunicação direta frente ao ponto focal quando se trata de otimizar os resultados<sup>112</sup>.

Situações de *pura coordenação*, como essas, facilmente permitem encontrar uma solução que seja *autossinalizante e autocompromitente*. O que ocorre quando Linha, por exemplo, afirma que irá ao Restaurante Três. Essa sinalização se mostra digna de credibilidade para Coluna, uma vez que Linha só expressaria essa vontade de ir a Três se, de fato, quisesse ir lá - seu tipo será, então, evidente por si mesmo. Além disso, Linha tem incentivo para realmente realizar a sua vontade expressa, pois obterá na resposta adequada de Coluna o maior ganho disponível. Acompanhando Farrell e Rabin, “uma mensagem que é ao mesmo tempo autossinalizante e autocompromitente, parece altamente crível, (...) não há problemas para que faça sentido”<sup>113</sup>. Do ponto de vista da teoria dos jogos, significado, credibilidade e compromissos surgem do interesse pessoal de cada um em realizar uma ação que corresponda àquilo que foi dito, como sua verdadeira intenção. De outro modo, uma coordenação que não envolva compromissos ou contratos explícitos, sem comunicação direta, só é possível encontrar uma solução equitativa quando pontos focais ou convenções estão disponíveis. Contudo, nem sempre essa solução é a mais eficaz, como mostra a matriz dos quatro restaurantes.

Por outro lado, a aplicação da comunicação direta a modelos onde os interesses não estão plenamente alinhados, ou estão em conflito iminente, como o Dilema dos Prisioneiros, se torna ineficaz quando o jogo é de uma só rodada e simultâneo. De nada adianta um dos prisioneiros prometer ficar calado se o outro também ficar, pois sua estratégia estritamente dominante está na deserção. Apenas quando rodadas sucessivas do Dilema dos Prisioneiros são permitidas é que a comunicação poderia servir para alinhar os interesses divergentes em torno da cooperação mútua, mas isso envolve outros fatores típicos da iteração do jogo que serão abordados na próxima unidade. No Dilema dos Prisioneiros, a comunicação pode ajudar a emergir a cooperação, sem a necessidade de firmar acordos, apenas pela implementação de ações de *reciprocidade*.

### **Sistemas de Comunicação**

A transmissão de informação, eventualmente, pode ser realizada por meio de um sistema de comunicação que sirva de canal de ligação entre emissor e receptor. Quando a mensagem é emitida por via direta os relatos são trocados pelos próprios jogadores, sem o risco de distorção. Entretanto, a presença de ruído obriga a consideração da probabilidade da mensagem chegar corretamente a seu destino. O cálculo da proba-

112 O exemplo do Restaurante foi apresentado e analisado por FARRELL, J. & RABIN, M. *Idem*, pp. 110-112.

113 FARRELL, J. & RABIN, M. *Ibidem*, p. 112.

bilidade também ocorre sempre que houver a intervenção de uma mediação que faça uso de mecanismos aleatórios para recomendação de uma ação como no exemplo de mediação de jogos de multiestágios descrito antes.

Um sistema de comunicação abrange de um modo geral todos os modos de comunicação, sendo a transmissão direta, sem ruído ou mediação, um caso particular desta classificação. O recurso a um mediador permite que os jogadores possam partilhar uma informação entre eles. Esse mecanismo é empregado a fim de permitir a melhoria na expectativa de ganhos maiores. O que não poderia ser alcançado de outra forma.

Nessa matriz (Figura 2.10) - adaptada de Roger Myerson -, sem comunicação existem apenas dois pontos de equilíbrio no encontro das estratégias puras (alto, esquerda) e (baixo, direita) que conferem, respectivamente, (5, 1) e (1, 5). A mistura das estratégias proporciona um terceiro equilíbrio com ganhos (2.5, 2.5). Para atingir o resultado equitativo (4, 4), seria necessário o estabelecimento de um *contrato vinculante* entre as partes, já que ele não está em equilíbrio<sup>114</sup>. Ao recorrer a um mediador, ambos jogadores poderiam esperar obter um resultado *autoaplicável* (*self-enforcing*), sem precisar apelar para um acordo que os amarrassem, como um contrato. Bastaria apenas que seguissem a recomendação do mediador de adotar as estratégias conjuntas (alto, esquerda), (baixo, esquerda) e (baixo, direita) 1/3 das vezes. Seguindo esta orientação, cada um teria a expectativa de resultado equivalente a (3 1/3, 3 1/3), superior à estratégia mista. Para isto o mediador deve informar apenas parcialmente a cada jogador qual estratégia ele tem de seguir, sem revelar como o outro fora instruído. Procedendo assim, os jogadores não teriam alternativa senão obedecer suas recomendações, que passam a ser autoaplicáveis. Do contrário, se a estratégia recomendada pelo mediador fosse de conhecimento comum, um poderia explorar a submissão do outro, trocando a estratégia recomendada por outra que a dominasse recaindo na situação do jogo original. Nesse sentido, o mediador atua também como um tipo de instrumento que limita a transmissão de informação a uma quantidade que seja a mais adequada para as partes, dada as circunstâncias.

**Figura 2.10**

		Coluna	
		Esquerda	Direita
Estratégias			
Linha	Alta	5, 1	0, 0
	Baixa	4, 4	1, 5

Robert John Aumann e Sergiu Hart descreveram um outro tipo de mecanismo que torna rodadas sucessivas de conversação prévia - *longas conversas baratas* - capaz de melhorar o desempenho dos falantes. A padronização oferecida por eles para os *Jogos Falados* é composta por três fases: na *fase de informação*, um jogador possui uma informação privada que deverá ser transmitida aos outros; na *fase de conversação*, os jogadores têm um número de rodadas indeterminadas em que as mensagens são trocadas simultaneamente entre os jogadores; por fim, na *fase de ação*, decidem também ao

114 Veja MYERSON, R. *Op. cit.*, *idem*.

mesmo tempo qual estratégia executarão<sup>115</sup>.

Posto desta maneira, o procedimento de uma conversação sem custo pode ser simulado em um computador com um teclado cujas letras ou comandos representam sentenças, fórmulas ou instruções contidas em uma “macro”, ou simplesmente “a” ou “b”. Em cada estágio de fala os jogadores enviam suas mensagens contendo as estratégias que pretendem adotar na fase da ação. Ao trocarem suas mensagens ao mesmo tempo, os jogadores reproduzem um dispositivo de *loteria conjunta controlada* que, na concepção de Aumann e Hart, é fundamental para construção de compromissos entre as partes. As rodadas consecutivas de troca de mensagens simultâneas restringem o compromisso dos agentes ao primeiro par de estratégias idênticas comunicado. Ao atingir tal equilíbrio, nenhum dos falantes teria motivos para abandonar a escolha conjunta, sem uma conseqüente perda ocasionada pelo desvio, com ganhos abaixo do valor oferecido pela loteria conjunta<sup>116</sup>.

Diversos outros aspectos da comunicação e sua dinâmica foram desenvolvidos por teóricos dos jogos interessados no assunto e não é possível esgotar toda a questão nesta apresentação sumária. Limitações e soluções para diversos impasses que existiam antes dos jogos falados serem formalizados foram descobertas, enquanto no campo filosófico uma outra concepção do papel da comunicação na deliberação dos agentes racionais era adotada por pesquisadores ligados à teoria crítica da Escola de Frankfurt. Na sequência deste capítulo, os pontos comuns e divergentes a ambas teorias serão abordados, a fim de observar as contribuições que são oferecidas para o esclarecimento dos efeitos da comunicação sobre a busca de soluções cooperativas consistentes com uma concepção plausível de indivíduos que pretendem satisfazer seus interesses pessoais.

## §6. A Razão Comunicativa x Estratégica

Entre os filósofos, sobretudo aqueles ligados à teoria crítica da Escola de Frankfurt e os interessados na obra de Max Weber (1864-1920), é comum distinguir-se razão instrumental ou estratégica de outras formas de racionalidade. Isso não chega a ser uma inovação frankfurtiana. Na tradição moderna, outros autores como Thomas Hobbes e Immanuel Kant (1724-1804) já destacavam a razão calculadora, a hipotética, a pura ou a prática<sup>117</sup>. Trata-se, de fato, de variações do modo pelo qual a mente humana procura resolver problemas metafísicos ou epistemológicos (razão pura), éticos (prática) e teleológicos (instrumental ou estratégica). Há ainda uma racionalização da linguagem (razão comunicativa) que visa encontrar um entendimento mútuo sobre aquilo que está sendo enunciado. Esse tipo de racionalidade foi defendido inicialmente por Habermas em vários textos desde “*Técnica e Ciência como Ideologia*”, de 1968.

A teoria dos jogos privilegia análises sobre as escolhas racionais das estratégias mais adequadas à realização de uma ação que atinja os fins almejados. Nesse sentido, o modelo de jogos enquadra-se em parte na definição de trabalho ou racionalidade teleológica feita por Habermas, em meados do século XX.

(...) A ação instrumental orienta-se *por regras* que se apoiam no saber empírico. Essas regras implicam em cada caso prog-

115 Veja AUMANN, R. & HART, S. “Long Cheap Talk”, § 3. p. 12.

116 Veja AUMANN, R. & HART, S. *Op. cit.*, § 3. pp. 13-14.

117 Veja HOBBS, Th. *Leviatã*, I part., cap. V, p. 27 e KANT, I. *Crítica da Razão Prática*, prefácio, A3, p. 11.



noses sobre eventos observáveis, físicos ou sociais. (...) O comportamento da escolha racional orienta-se por *estratégias* que se baseiam num saber analítico. (...) A ação racional teleológica realiza fins definidos sob condições dadas; mas, enquanto a ação instrumental organiza meios que são adequados ou inadequados segundo critérios de controle eficiente da realidade, a ação estratégica depende apenas de uma valoração correta de possíveis alternativas de comportamento, que só pode obter-se de uma dedução feita com o auxílio de valores e máximas (HABERMAS, J. *Técnica e Ciência como Ideologia*, III, p. 57).

Na concepção de Habermas, são apontados aspectos axiológicos que os teóricos dos jogos não assumem explicitamente, mas que estão ligados à maneira como os agentes listam suas preferências em utilidades. Não obstante essas sutilezas, guarda a teoria dos jogos uma estreita vinculação com a racionalidade teleológica, cuja ação correspondente é orientada para a realização de determinados fins. Além disso, essa teoria traz também elementos de interação, na maioria dos modelos de jogos, que se aproximam da racionalidade comunicativa elaborada por Habermas, quando se tem em vista os jogos com comunicação, por exemplo.

(...) [E]ntendo por *ação comunicativa* uma interação simbólica mediada. Ela orienta-se segundo *normas de vigência obrigatória* que definem as expectativas recíprocas de comportamento e que têm de ser entendidas e reconhecidas, pelo menos, por dois sujeitos agentes. As normas sociais são reforçadas por sanções. O seu sentido objetiva-se na comunicação linguística quotidiana. Enquanto a realidade das regras e estratégias técnicas depende da validade de enunciados empiricamente verdadeiros ou analiticamente corretos, a validade das normas sociais só se funda na intersubjetividade do acordo acerca de intenções e só é assegurada pelo conhecimento geral das obrigações (...) (HABERMAS, J. *Op. cit.*, III, p. 57/8).

Já aparecem nessas primeiras definições de razão comunicativa algumas divergências que afastam a realidade estratégica dos jogos da vinculação estrita com a instrumentalidade que contrasta com a ação comunicativa. Isso porque, embora seus enunciados possam ser interpretados de forma analítica - como na filosofia da linguagem, dotadas de valores de verdade ou falsidade -, as diversas estratégias disponíveis aos agentes contam como sendo factíveis, passíveis de serem realizadas e, nesse sentido, todas são empiricamente verdadeiras. Por outro lado, a formulação matemática que é feita para análise de uma determinada situação não está livre de contextualização, uma vez que procuram descrever como se deve escolher as melhores estratégias, levando-se em conta os fatores determinantes das circunstâncias simplificadas nos modelos de jogos. Por isso, fazem tais descrições uma simulação hipotética do desempenho dos agentes, conforme as condições iniciais relevantes para interpretação da interação.

Ademais, a teoria dos jogos procura delinear as condições estruturantes de uma interação em seu nível mais básico. Para usar uma metáfora da linguagem dos computadores, a teoria dos jogos trabalha na “interface de máquina” dos dados e operações manipulados por “unidades de processamento”, no intuito de extrair a solução



logicamente inferida das proposições apresentadas. O “código fonte” dos programas executados em ambientes diferentes pelos diversos agentes. Sua “interface humana” são as narrativas, contos e histórias criadas pelas pessoas: o “dilema dos prisioneiros”, a “batalha dos sexos”, o “bem público”, ou o “ultimato” que nada mais são do que parábolas para jogos montados em matrizes, árvores e fórmulas matemáticas.

Ao perceber-se a teoria dos jogos dessa perspectiva formal - como instrumento de análise de interações -, não só a ação teleológica pode ser melhor compreendida, mas também a razão comunicativa tem reveladas suas limitações de aplicação, permitindo, assim que se proceda a uma crítica da razão comunicativa que resta por fazer. Os modelos de jogos com comunicação proporcionam uma excelente ferramenta de avaliação da eficácia da comunicação ao realizar seus fins, sejam emancipatórios ou de dominação. Desse modo, é possível compreender como a presença ou ausência de elementos específicos podem facilitar a coordenação das ações - fomentando a cooperação - ou apenas permitir que ameaças ocorram no sentido de impor determinada linha de ação em detrimento de outra.

Em todo caso, os exemplos mostrados antes servem para indicar que a comunicação, embora seja um fator importante do relacionamento entre seres vivos, tem um campo de atuação restrito pelo modo como a interação é montada. Nos jogos de soma zero e informação perfeita, é dispensável. Nos de soma variante, tem um uso problemático quando a matriz induz o recurso de ameaças e promessas. Não obstante, mesmo que tais circunstâncias dificultem o uso pleno da comunicação - segundo seus pressupostos pragmáticos idealizantes<sup>118</sup> -, elas decorrem da concepção egoísta dos agentes racionais adotada pela teoria.

Esse tipo de objeção pode ser facilmente contornada quando se compreende os sujeitos deliberantes como entes que possuem apenas os elementos constitutivos mínimos e necessários para uma tomada de decisão: a motivação que se resume a crenças e desejos que compõem seus interesses pessoais. Todas as outras formas de racionalidade podem ser descartadas de um agente racional, menos a sua razão teleológica. Sem esta, simplesmente não haveria atuação passível de ser motivada. Posto que faltariam os itens indispensáveis para relação entre princípios e fins<sup>119</sup>. Por deixar de fora do discurso argumentado todos valores moldados pelo convívio social, a Ética do Discurso - para citar um exemplo de teoria que eliminou a motivação da deliberação - tornou-se uma proposta cuja aplicação é inviável nos contextos concretos do dia a dia, onde a comunicação se exerce em função de provocar não só o entendimento mútuo, mas um efeito no ouvinte que o leve a agir em consequência do que foi dito - o chamado efeito *perlocucionário* da fala<sup>120</sup>.

118 Desde HABERMAS, J. “Notas Programáticas para a Fundamentação de uma Ética do Discurso”, in **Consciência Moral e Agir Comunicativo** os pressupostos pragmáticos de uma situação ideal de fala passaram por várias reformulações até chegarem a forma condensada de HABERMAS, J. “Racionalidade do Entendimento Mútuo”, in **Verdade e Justificação**.

119 Em DAMÁSIO, A. **O Erro de Descartes** são apresentados exemplos dramáticos da necessidade de motivação para que as escolhas por ações sejam adequadamente feitas.

120 Em tempo, no artigo HABERMAS, J. “Racionalidade do Entendimento Mútuo”, in **Verdade e Justificação**, o autor tentou fazer uma nova distinção entre os tipos de racionalidade, mas sua descrição imprecisa das condições em que uma ameaça ou um ato *perlocucionário* podem ser eficazes demonstram que ainda ignora o uso da teoria dos jogos nas análises dos jogos de comunicação.

## *Estratégia e Dominação*

A razão instrumental foi classificada como uma faculdade que seleciona os meios adequados para alcançar determinado fim, orientada por regras empíricas de “controle eficiente da realidade”<sup>121</sup>. Esse aspecto dominador da razão teleológica (estratégica e instrumental) constitui o principal empecilho para consideração da competência estratégica no confronto da vontade contra a influência das inclinações representadas pelos interesses particulares de um indivíduo ou pelos bens privilegiados de uma cultura específica. Só o agir comunicativo atuante numa relação mediada pela linguagem, seria capaz de orientar os agentes conforme “normas de vigência obrigatória” internalizadas e admitidas intersubjetivamente. Ao invés de tentar ampliar o poder tecnológico de um determinado grupo ou indivíduo, a linguagem proporcionaria a reflexão necessária em torno do interesse emancipatório da espécie humana<sup>122</sup>.

Os dois tipos de racionalidade – o dirigido a fins (instrumental e estratégico) e o de uma comunicação livre de coerção – disputariam o fornecimento de soluções para as questões teóricas e práticas. Entretanto, só quando a razão teleológica declinasse da substituição e restrição da linguagem, durante a formação da vontade, é que o potencial de libertação poderia se constituir de vez. Livre de qualquer limitação e ameaça, a discussão pública avançaria em direção a um consenso, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia dos indivíduos<sup>123</sup>.

O prevalecimento do agir estratégico, na tradição da teoria crítica, reproduz a dominação ideológica da tecnologia sobre a sociedade e a natureza. Sua função é simplesmente privilegiar os interesses restritos de quem detém o poder, a despeito de interesses mais abrangentes. A competência estratégica representaria, portanto, um obstáculo quase intransponível ao projeto emancipatório da modernidade. Mas este não é o único problema inerente na ação voltada para o sucesso de determinados fins. A Teoria dos Jogos também detectou uma série de limitações dessa forma de pensar as soluções nos problemas da escolha.

Por prestar atenção apenas na satisfação de seus interesses, muitos são levados a resultados paradoxais desastrosos, quando prevalece uma postura *paramétrica* – agir como se fosse o único centro de deliberação e o resto ficasse inalterado frente as ações executadas. O choque de interesses, em consequência, tornaria impossível encontrar um ponto de equilíbrio, a não ser por acaso. Mas ainda que se admitisse uma provável reação contrária às ações implementadas, a existência de mais de uma opção em equilíbrio geraria embaraços ao agir estratégico, como demonstram jogos do tipo do Dilema dos Prisioneiros e a Batalha dos Sexos. Isto porque, ao escolher a estratégia maximizadora de sua utilidade esperada, os agentes racionais cairiam em resultados, cuja dominância fornece ganhos abaixo do que é considerado ótimo.

Explicações iniciais sugerem que a simplificação dos cálculos induziria agentes racionais à adoção equivocada da posição paramétrica, que facilita a abordagem cognitiva dos detalhes da barganha pelas partes envolvidas. Noutras situações, a ausência de instrumentos adequados, como a comunicação, impediria o acesso a ações conjuntas que conduzissem aos melhores resultados. A incerteza e a indeterminação sobre

121 Veja HABERMAS, J. “*Técnica e Ciência como Ideologia*”, seq. III, p.57.

122 Veja HABERMAS, J. *Op.cit.*, seq. III, pp. 57 a 60; seq.VI, p. 75 e VII, p.82.

123 Veja HABERMAS, J. *Idem*, seq. VIII, p.88.

os desdobramentos futuros seriam fatores cruciais para limitação do sucesso do agir estratégico.

A incerteza aparece em jogos de soma variável – diferente de zero – e nos de soma zero com informação imperfeita, nos quais um ou mais lances são executados pela natureza. Nessas ocasiões, a probabilidade de uma ocorrência influencia a tomada de decisão, impedindo que uma estratégia estritamente determinante seja encontrada. Somente o emprego de cálculo probabilístico permite a projeção de estratégias mistas, onde os sorteios são preferidos de acordo com a maior chance de um resultado vir acontecer. Isso, no entanto, aumenta as dificuldades de uma clara percepção do porvir, perturbando o comportamento racional dos participantes. Encontrar uma solução que represente uma imputação de resultados racionais esperados a cada parte, passa a depender da sorte e da disposição dos agentes em aceitar os riscos acarretados pelas decisões assumidas em tais circunstâncias. A princípio, seres racionais são, por definição, aqueles que seguem as soluções encontradas que lhes garantam o resultado ótimo. Mas, quando as soluções ficam ao sabor do acaso, tal conduta fica prejudicada.

Em outras palavras, assumindo-se que ser racional é produzir os melhores resultados para o indivíduo, uma racionalidade instrumental mínima exigida deve ser aquela que, além de projetar as linhas de ação que maximizam a utilidade esperada, deve também poder prever o comportamento consequente mesmo em situações em que elementos irracionais estejam envolvidos. Na última década do século XX, o refinamento da descrição de jogos estudados revelou a riqueza de soluções que podem ser geradas quando pequenas modificações são feitas nos modelos padrões, seja pela repetição sucessiva de diversas rodadas, seja pela permissão de troca de informações, ou ainda pela mudança do enquadramento da situação. A linha de pesquisa que avalia o papel da comunicação e do conhecimento comum dos participantes – uma abordagem paralela ao agir comunicativo da teoria crítica – já permite uma comparação entre os pontos coincidentes que antes eram apresentados com uma aparente divergência, logo desfeita quando se nota sua compatibilidade.

### *Mais Conversa*

A comunicação não se reduz aos aspectos estruturais de uma sintaxe e semântica linguística, nem só ao âmbito exclusivo de uma pragmática da linguagem, voltada para o entendimento. Para ser compreendida como um fenômeno natural em sua totalidade, é preciso levar em conta seus efeitos perlocucionários e as modificações que a ação comunicativa, de um modo geral, provoca nos seres vivos e, por conseguinte, no mundo. A eficácia da comunicação não se restringe a uma competência linguística, sendo como sua forma implícita ou explícita pode exercer a coordenação das ações dos agentes envolvidos numa interação, sem que sua função instrumental seja considerada. O Dilema dos Prisioneiros só é um dilema porque a comunicação entre eles está proibida. A Batalha dos Sexos também é um problema só para os “casais” que não têm como falar entre si antes de decidir o que fazer. Nada que uma boa conversa não pudesse revolver.

Pontos focais, “telepatia”, comunicação tácita são alguns nomes, cujo significado se reduz à formação de um repertório de símbolos constituídos por uma comunidade através de um convívio social e cultural partilhado por um grupo de pessoas ao

qual pertençam os jogadores, em uma palavra: convenções. A função exercida por tais mecanismos tem por objetivo fomentar o entendimento acerca das estratégias relevantes, para então, possibilitar a seleção daquela que maximize a utilidade esperada. Ao revelar essa forma de comunicação subjacente a contextos de aparente isolamento, a Teoria dos Jogos ajudou a esclarecer o modo pelo qual comunicação e razão estratégia podem atuar de maneira complementar. Fatores comunicativos pertinentes ao jogo de interação social, que não estão explicitamente postos, induzem a escolha das estratégias puras disponíveis que melhor atendam aos interesses de todos. O isolamento inibe o recurso a ameaças que poderiam distorcer os resultados em favor de um agente com posição privilegiada sobre o outro. Imunes à coerção ou controle externo, resta aos jogadores agir pela estratégia conjunta observável com o melhor resultado factível.

Entretanto, a comunicação implícita muitas vezes impede o acesso a um equilíbrio na fronteira do ótimo de Pareto (eficiência) – aquela onde estão as estratégias conjuntas nas quais ninguém pode obter mais sem diminuir o ganho do outro. Uma troca de informação explícita conhecida pela expressão “conversa barata” (*cheap talk*), quando permitida antes do início do jogo, tem-se revelado como o meio mais eficiente, senão um dos mais, para atingir equilíbrios ótimos de Pareto ou de Nash. Estudos desenvolvidos a partir dos anos 1980 revelaram a tendência para escolha de estratégias cooperadoras, sempre que se abre uma ou mais rodadas de comunicação antes da fase de ação do jogo iniciar<sup>124</sup>.

Uma longa conversa barata pode transformar situações de aparente conflito em pura coordenação, como mostra o exemplo da Batalha dos Sexos. Outros contextos, entretanto, exigem que algo mais seja dito. O Dilema dos Prisioneiros possui uma matriz cuja configuração traz maiores dificuldades. O significado e a credibilidade dos proferimentos ficam ameaçados a ponto de tornarem a fala prejudicial à busca do equilíbrio. Em apenas uma rodada de conversa, a sinalização e o comprometimento não conseguem se impor, pois uma mensagem do tipo “farei *assim* e espero que você também o faça” não é suficiente para garantir a credibilidade, embora o significado de todos os termos sejam compreensíveis aos falantes de uma língua natural qualquer que permita a construção de tal expressão. O que está em jogo não é um mero entendimento sobre o significado da frase, mas a melhor distribuição dos saldos disponíveis.

Na Batalha dos Sexos, o equilíbrio dado pela conversação mantém-se graças às perdas advindas de uma possível deserção, enquanto no Dilema dos Prisioneiros, o contrário acontece. Ao desertar, uma parte tem tudo a ganhar, se o outro seguir a estratégia cooperadora. Para todos envolvidos, a deserção mútua permanece sendo uma opção superior ao resultado frustrante de uma atitude amigável que não é correspondida. A aversão ao risco faz da estratégia *maximin* – que maximiza os ganhos mínimos – dominante sobre os pagamentos cuja multiplicação produz o maior resultado numa fronteira de eficiência, a cooperação mútua.

Nesse cenário, a comunicação exerceria uma função nula e supérflua. As restrições feitas à troca de informações visam, então, impedir que ameaças sejam feitas entre os participantes. Contudo, experiências realizadas em laboratório demonstram que o diálogo entre os agentes acaba por transformar esse dilema – um jogo não coope-

124 Veja AUMANN, R. J. & HART, S. “Long Cheap Talk”; FARRELL, J. “Meaning and Credibility in Cheap Talk Games” e FARRELL, J. & RABIN, M. “Cheap Talk”.

rativo –, num jogo de cooperação entre pessoas dispostas a correrem riscos moderados. Na prática, rodadas que se prolongam com o tempo favorecem o surgimento da reciprocidade e a conseqüente confiança na colaboração<sup>125</sup>.

As motivações que concorrem para transformação do Dilema dos Prisioneiros em cooperação possuem, portanto, ingredientes de fundo psicológico e cognitivo. Psicológico, porque a proximidade dos agentes, a reciprocidade das respostas, um padrão subjetivo de confiabilidade e a percepção do outro como uma instância dotada de intenções semelhantes estimulam um comportamento cooperativo. Cognitivo, devido às inferências que são feitas tanto para o entendimento do significado dos enunciados emitidos, como na aferição das maiores vantagens em continuar agindo em função dos acordos estabelecidos, a despeito dos lucros imediatos de uma deserção que, no entanto, acabariam por gerar prejuízos futuros, oriundos de uma retaliação esperada, por parte do outro. A comunicação, então, requer a mobilização de outros fatores alheios ao âmbito da linguagem, tais como credibilidade, reciprocidade e convivência prolongada.

Arranjos típicos do Dilema dos Prisioneiros servem para mostrar os problemas de aplicação de normas morais aceitas argumentativamente como válidas. Não basta apenas que se diga em uníssono “faça assim, que o farei também” ou “todos devem cooperar”. O contexto em que a aceitação é produzida força o envolvimento e apresenta os desafios que as partes devem resolver mutuamente. Perante o balanço dos danos e benefícios causados por uma empresa conjunta, os participantes veem surgir a dimensão moral – a necessidade da concordância do outro – e o valor prático universal da norma candidata à lei, motivador do cumprimento dos contratos firmados.

Nem todos jogos se prestam ao uso efetivo da comunicação. A permissão de uma conversa barata antes da escolha de uma linha de ação não acrescenta coisa alguma ao destino de jogos de soma zero com informação perfeita, onde sempre há uma estratégia estritamente determinada que garante a vitória ou ao menos o empate a um dos jogadores. A discussão também é inútil quando neologismos e o significado dos conceitos empregados não são entendidos pelos falantes, colidindo com um dos pressupostos pragmáticos da argumentação. Some-se a isso que a falta de credibilidade torna vão os esforços empreendidos nos debates, por menos custosos que sejam.

Todos poderiam, por hipótese, aceitar a validade dos 10 Mandamentos, do imperativo categórico, dos princípios de justiça etc., numa situação de fala ideal. Entretanto, do ponto de vista instrumental, nenhum argumento racional impediria o *homem econômico* de seguir a maximização irrestrita de sua utilidade esperada, a despeito de uma alegada *contradição performativa*, toda vez em que encontrasse uma estratégia que garantisse seus ganhos maiores. Apenas quando as informações individuais sobre os lances de um jogo são incompletas, ou há incerteza na obtenção de algum resultado mais favorável, a comunicação pode vir a desempenhar um papel decisivo, produzindo o entendimento no ouvinte de que o falante intenciona fazer algo cujo conteúdo é o significado a ser compreendido.

A comunicação, portanto, parte da intenção do falante de que o ouvinte compreenda o que se quer dizer quando a mensagem foi transmitida. Em sua forma direta,

---

125 Veja AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation* e AUMANN, R. & HART, S. *Idem*, seq.5.2, p. 17.

explícita, a troca de mensagens é mais eficiente que o recurso aos pontos focais de uma comunicação tácita ou implícita. Ao invés de um encontro “casual”, influenciado por um conhecimento comum ou pela topologia ambiental, os falantes podem simplesmente indicar o lugar preciso onde estarão e resolver facilmente a Batalha dos Sexos ou modelos semelhantes. Noutras palavras, a conversa preliminar, sempre que possível, conduz a resultados melhores do que a coordenação feita por convenções populares ou formais, desde que haja o uso pleno de mensagens compreensíveis por todos<sup>126</sup>.

### *Dom Natural*

A ideia de uma racionalidade moldada pela evolução natural das espécies admite que possa haver problemas não só para execução perfeita de estratégias, mas também para a produção de um entendimento mútuo entre emissores e receptores interessados, principalmente, com sua sobrevivência e reprodução. Se, por um lado, a razão estratégica perfeita ainda não foi alcançada e sofre com a incontinência ou o conflito de diversos interesses individuais, o agir comunicativo, por sua vez, tem de enfrentar a falta de credibilidade e significado das expressões em certos contextos de aplicação. Na natureza, há exemplos de seres vivos que emitem informações falsas sobre si mesmo – mimetismo – ou algum acontecimento – a presença de um inimigo –, obtendo assim chances de ganhar proteção ou maior quantidade de alimento<sup>127</sup>.

Naturalmente, a comunicação pode ter surgido e sido mantida graças a sua potencial capacidade de promover o bem dos indivíduos. Contudo o seu uso exclusivo em finalidades particulares restritas que poderiam prejudicar o outro tiveram origem, paradoxalmente, na eficácia desse processo comunicativo. Foi porque a troca de informação inspirava à primeira vista a credibilidade de todos que captavam a mensagem, constituindo-se num meio efetivo de fomentar os interesses individuais na luta pela sobrevivência, que espécies mutantes passaram a empregar tal mecanismo apenas em proveito próprio.

Um Dilema dos Prisioneiros está em curso no desenvolvimento do agir comunicativo. Transmitir uma informação falsa pode trazer maiores vantagens para o emissor e prejuízos para o receptor. Entretanto, essa atitude, se costumeira, poderá gerar a desconfiança que prejudica a todos quando uma mensagem perde sua credibilidade. Melhor seria, então, transmitir sempre expressões válidas que, embora gerassem um ganho menor para o emissor, manteriam o recurso comunicativo passível de ser aplicado com sucesso no futuro. A percepção da necessidade de transmissão de enunciados verazes depende portanto de fatores extralinguísticos – os interesses dos indivíduos na manutenção de um instrumento que auxilia na sua sobrevivência – que vão além dos limites ilocucionários.

Na espécie humana, para a comunicação atingir o entendimento mútuo em torno de uma linha de ação comum a todos, faz-se necessário o recurso a efeitos perlocucionários de esclarecimento e convencimento do outro, que mostrem também as vantagens que se terá com a satisfação de seus interesses ao agir no sentido do conteúdo expresso na mensagem. Todos devem perceber o que têm a ganhar colaborando para formação e implementação do consenso, ainda que momentaneamente seja mais

126 Veja FARRELL, J. & RABIN, M. *Ibidem*, p. 112.

127 Veja DAWKINS, R. *O Gene Egoísta*, cap. 4, pp.87-89.



vantajoso para um deixar que o outro cumpra a sua parte sozinho, enquanto puder desfrutar das vantagens dessa exploração, sem nada fornecer em troca. Mostrar que a comunicação constitui a estratégia mais adequada para estabelecer normas úteis para todos exige a compreensão de que a comunicação surgiu como um instrumento desenvolvido ao longo da evolução natural e que se mantém devido a sua eficácia na promoção dos interesses vitais, aos quais ela se vincula.

Não há, pelo menos enquanto a espécie *Homo s. sapiens* for como tal – racional, sensível e mortal –, um modo seguro de planejar uma decisão formal precisa que supere esses embaraços psicológicos definitivamente. Nenhuma teoria moral sustentada tão somente em pressupostos da razão (instrumental, prática ou comunicativa) está livre das armadilhas psicológicas e das pressões ambientais. Estimativas que considerem as probabilidades de um evento acontecer estão sujeitas a equívocos desconcertantes, graças à indeterminação natural dos fenômenos e à tendência em evitar o mal e perseguir o bem para si, seja lá o que isso for: maximizar a duração da vida e a distância da data fatal.

A Teoria dos Jogos detecta tais armadilhas na intransitividade das preferências que torna a função de utilidade de von Neumann-Morgenstern “impraticável”, na maioria dos indivíduos desinformados. De forma semelhante, os problemas de aplicação enfrentados pela Ética do Discurso decorrem da desconfiança sobre as motivações inseridas num pano de fundo específico. O que impede a desejável efetivação de normas que poderiam ser respaldadas pelo consenso dos participantes numa situação de fala ideal. Na compreensão adequada do contexto real, ações estratégicas e comunicativas precisam atuar de maneira complementar no intuito de esclarecer os desvios cometidos pelas pessoas em suas deliberações e apontar mecanismos auxiliares que promovam a cooperação em busca dos melhores resultados para todos.



## Capítulo 3

# A Evolução da Cooperação

Desde quando foi aplicado pela primeira vez - lá pelos idos de 1950 -, o Dilema dos Prisioneiros causou estranheza aos seus inventores e ao próprio John Nash, cuja tese dos pontos de equilíbrio era alvo principal dos problemas apresentados aos seus jogadores. Melvin Dresher e Merrill Flood criaram esse modelo de jogo com a intenção de gerar uma situação paradoxal para a ideia de que havia um ponto de equilíbrio em jogos não-cooperativos. O Dilema dos Prisioneiros foi repetido por cem rodadas sucessivas entre duas pessoas racionais, mas que nunca tivessem ouvido falar em pontos de equilíbrio. O resultado foi a emergência da cooperação entre os agentes - que repar-tiam igualmente os prejuízos -, contrariando a previsão de que deveriam aplicar suas respectivas estratégias dominantes - sempre desertar -, atingindo assim o ponto de equilíbrio do jogo. Na época, Nash já teria sugerido que o resultado contraditório obtido devia-se ao fato dos jogadores estarem participando de um autêntico superjogo, no qual vários movimentos repetem a mesma condição de escolha das estratégias<sup>128</sup>.

A previsão da teoria dos jogos e do equilíbrio de Nash era que agentes racionais egoístas optassem sempre por sua estratégia dominante quando esta existisse, independente do que o outro fizesse. No Dilema dos Prisioneiros, as duas partes possuem estratégias desse tipo e o resultado esperado é a deserção mútua e a punição com a condenação dos dois presos pelo crime mais grave, ao invés de uma pena leve relativa ao delito pelo qual foram capturados. A partir da interface policial montada por Albert Tucker, logo se compreendeu que o Dilema dos Prisioneiros poderia ser a estrutura simplificada de uma série de interações entre pessoas, empresas e até mesmo nações, em larga escala.

A despeito do jogo ter sido elaborado para refutar a teoria de Nash, o Dilema dos Prisioneiros Iterado logo se mostrou uma importante ferramenta de análise da possibilidade de cooperação entre os agentes racionais egoístas, sem que fosse necessária a intervenção de uma autoridade exterior que impusesse um acordo entre as partes. Jogado em um só movimento, não haveria como os participantes colaborarem entre si, caso não tivessem tido a chance de combinarem uma conduta prévia - a mítica honra

128 Veja NASAR, S. **Uma Mente Brilhante**, cap. 12, p. 149.

entre ladrões, por exemplo. Para que isso acontecesse, teria de haver várias rodadas de conversação anteriores à *fase de ação* - conforme o modelo de *longas conversas baratas*, de Aumann e Hart<sup>129</sup>. Fato que alteraria a montagem do dilema, transformando-o em um *jogo falado*, onde a comunicação exerce uma função crucial<sup>130</sup>.

Em sua formulação original, jogado apenas de uma vez, esse tipo de situação serve como exemplo contrafactual à hipótese de Adam Smith (1723-1790) de que uma “mão invisível” conduziria a distribuição equilibrada dos bens necessários à vida, entre ricos e pobres<sup>131</sup>. Seres egoístas e racionais agiriam, na verdade, como os fazendeiros imaginados por Hume e não colaborariam uns com os outros<sup>132</sup>. Não obstante, experimentos iniciais com o Dilema dos Prisioneiros Iterado mostraram que a cooperação poderia surgir entre os participantes, ao longo de vários lances repetidos.

### *Evolução da Teoria da Cooperação*

Em 1984, Robert Axelrod apresentou, no livro *The Evolution of Cooperation*, uma descrição da maneira pela qual o Dilema dos Prisioneiros Iterado, repetido por várias rodadas, pode privilegiar a escolha da cooperação, mesmo em seres irracionais tão simples como bactérias e, aparentemente, sem nenhum aparato linguístico. O projeto começou tentando responder a questão sobre quando as pessoas cooperam ou são egoístas umas com as outras nas interações entre elas. O Dilema dos Prisioneiros parecia então ser um modelo que representava adequadamente tal possibilidade de interação. Para explorar em detalhes o comportamento estratégico que poderia ser adotado aí, teóricos ou especialistas de cinco disciplinas afins - matemática, economia, ciência política, sociologia e psicologia - foram convidados a participar de um torneio de computador, programado para executar o Dilema dos Prisioneiros. Ao lado de uma regra randômica - que colabora ou deserta metade das vezes -, foram submetidas ao teste virtual 14 estratégias diferentes elaboradas por esses especialistas.

A estratégia vencedora foi TIT FOR TAT (OLHO POR OLHO - OPO, ou o literal ISTO POR AQUILO, também traduzida como PAGAR NA MESMA MOEDA), um comando simples que começava o jogo cooperando com o adversário e repetindo depois a mesma ação que o outro jogador tivesse feito no movimento anterior. Após o conhecimento desse resultado, Axelrod propôs um novo torneio ampliando a participação a todos os interessados, incluindo professores de biologia, física, ciência da computação e fanáticos por jogos eletrônicos. Especialistas de seis países participaram do segundo campeonato, apresentando 62 programas diferentes que disputavam com RANDÔMICA em cinco rodadas, cuja média de movimentos era de 151 lances, pois o jogo dessa vez não tinha um limite determinado para seu encerramento, que no máximo chegava a 308 movimentos. Mais uma vez, OLHO POR OLHO venceu a competição.

O sucesso de OPO provocou o desdobramento da pesquisa para um cenário evolutivo, onde se procurou interpretar a execução das estratégias em contextos não cooperativos, com diversos tipos de rivais empregando suas respectivas linhas de ação,

129 Veja AUMANN, R. J. & HART, S. “Long Cheap Talk”.

130 Por essa razão, não procede a interpretação insinuada em WILSON, E.O. *Consiliência*, cap. 11, p. 242, onde se pres-supõe que haja “honra entre bandidos”.

131 Veja SMITH, A. *Teoria dos Sentimentos Morais*, IV part., cap. I, p. 226.

132 Veja HUME, D. *A Treatise of Human Nature*, liv. III, part. II, seq. V, pp.286 e ss.

sendo que a melhor destas deveria ser resistente a invasões em seu território. Das estratégias apresentadas, OPO mostrou-se passível de ser adotada por aqueles minúsculos organismos por causa de sua simplicidade e clareza. Mostrou-se também vitoriosa na maioria das circunstâncias e no enfrentamento da maior parte das estratégias concorrentes, privilegiando a formação do equilíbrio de Nash<sup>133</sup>.

Os motivos para a tendência cooperadora prevalecer num ambiente de pura competição, como é a natureza, devem-se a certas condições circunstanciais que contribuem para o êxito de OPO. A proximidade entre indivíduos, ainda que egoístas, e as interações repetidas permitem que a reciprocidade das ações surja num segundo momento, desde que os organismos sejam dotados com aparelhos capazes de fazerem a marcação, rotulagem, e o posterior reconhecimento desses rótulos. Assim, é possível discriminar no instante seguinte aqueles que antes cooperaram ou não. A reunião de indivíduos em grupos de cooperadores/retaliadores proporciona a formação de uma vizinhança resistente a invasões de oportunistas/exploradores. Fenômeno tão próximo de cada um que mal é percebido: o sistema imunológico composto por células que rotulam, identificam e atacam os vírus e bactérias que a todo momento invadem os corpos dos seres vivos<sup>134</sup>. OPO evita conflitos desnecessários, enquanto todos agem de modo recíproco, respondendo de imediato às deserções não motivadas, mas logo esquecendo as provocações passadas após o retorno à cooperação. A transparência das intenções e, por conseguinte, a facilidade de identificação do padrão de conduta dos agentes estimula o cumprimento dos “compromissos” assumidos, assim, tacitamente, através de um consenso implícito<sup>135</sup>.

A facilidade do reconhecimento e a simplicidade de execução de estratégias recíprocas, com características de gentileza (*nice*), retaliação, clemência (*forgiving*) e clareza, fazem de comportamentos como os prescritos pela estratégia OPO uma linha de ação robusta, estável e viável em circunstâncias onde a comunicação atua na sua forma mais rudimentar, na transferência de informações mínimas (*bytes*). Basta apenas que os agentes sejam capazes de reconhecer em contatos repetitivos as ações amigáveis ou não e responder adequadamente cooperando ou desertando daqueles que no passado imediato foram rotulados como cooperadores ou desertores. A consolidação desse comportamento com o tempo acaba por gerar um processo de “aprendizagem” que nos seres irracionais se dá com o sucesso evolutivo da proliferação em gerações futuras dos genes “retaliadores”, aqueles que “sabem” aplicar OPO e, por conta disso, sobreviveram em maior número de indivíduos.

Importante notar que os arranjos dos torneios originais que propiciaram a vitória de OPO permitiam somente lances em que cooperar (C) e desertar (D) eram escolhidas em estratégias puras, deterministas, isto é, sem variação da probabilidade que promovesse estratégias mistas. Axelrod delineou os confrontos deixando de lado a ocorrência de erros ou ruídos na escolha entre C e D. Supôs também que era indiferente as rodadas serem executadas de maneira simultânea ou alternada. De todo modo, a comunicação anterior aos lances estava vedada, sendo cada movimento realizado silenciosamente. Os jogadores tomavam conhecimento das escolhas de seus oponentes imediatamente após elas terem sido feitas.

133 Veja AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, cap. 5, pp. 88-105.

134 Veja BANCHEREAU, J. “O Longo Braço do Sistema Imunológico”, p. 69.

135 Veja AXELROD, R. *Op. cit.*, cap. 1, pp. 20-21.

A Teoria da Cooperação proposta por Axelrod baseou-se, então, na investigação de como indivíduos que visam satisfazer seus próprios interesses podem cooperar entre si, sem ajuda de uma autoridade central que os forçasse a isto<sup>136</sup>. A tradição moderna tem no contrato social sua resposta ao modo como a cooperação poderia emergir. No entanto, o contratualismo precisa que haja um terceiro elemento entre as partes ao qual se possa recorrer, a fim de que os acordos sejam mantidos por todos envolvidos. Porém, há circunstâncias onde, apesar de não existir uma entidade que possa mediar e resolver as divergências, a cooperação deve surgir sob pena de todos terem de arcar com os prejuízos de uma competição generalizada.

Assim, o comércio internacional tem de solucionar seus problemas segurança, tarifas e pirataria com o emprego de estratégias adequadas que não exijam o apoio de elementos externos às relações entre as partes concernidas. Em meio a um poder político autônomo, como o parlamento em sociedades democráticas, o conflito de interesses deve ser resolvido pelos membros de cada setor sem a interferência de um outro poder constituído - executivo ou judiciário, por exemplo. Nesses e em outros casos, é necessário que os agentes cooperem sob pena de obterem os piores resultados possíveis.

Dessa forma, o Dilema dos Prisioneiros veio a calhar como modelo de jogo que representava, em suma, a situação em que o uso de estratégias dominantes pelas partes, ao satisfazerem seus próprios interesses, resultassem em um ganho baixo a todos jogadores. Ademais, a estrutura do jogo não permitiria que nenhum mecanismo de ameaça ou promessa estivesse disponível. A informação imperfeita também impedia que um jogador soubesse o que o outro viesse a fazer na sua vez de jogar. Todos participantes seriam hábeis para realizarem suas estratégias e não haveria como alterar os valores obtidos com pagamentos laterais (propinas), mudando também a função de utilidade do outro.

Com a repetição da interação entre os agentes, foi possível notar os efeitos que a sombra do futuro pôde exercer sobre o comportamento dos mesmos. À medida que o jogo avança, a confiança entre as partes aumentava na mesma proporção em que a desconfiança, quando o final do jogo se aproximava. Tornar o final da partida indeterminado favoreceu a manutenção do comportamento cooperativo. Quanto maior fosse a distância a ser percorrida no futuro, tanto maior a dependência da escolha das estratégias, segundo a conduta adotada pelo outro. Uma estratégia de “retaliação permanente” - cooperar até que o outro deserte, então sempre desertando em seguida -, por exemplo, poderia ser facilmente explorada por alguém que conhecesse o prazo do término do jogo, sendo tentado a não cooperar nas últimas movimentações. Porém, esse estímulo não haveria se a data final fosse incerta e a expectativa de uma longa punição até o término da partida fosse grande.

Outro fator que preponderou na escolha do Dilema dos Prisioneiros como matriz básica da teoria da cooperação foi o fato de sua estrutura ser tão simples que, a rigor, não era essencial que os participantes fossem racionais ou tivessem consciência das escolhas que estavam fazendo. Nem sequer precisariam tentar maximizar suas recompensas, bastando apenas que fossem capazes de aplicar um padrão de comportamento, procedimentos, hábitos, instintos ou imitação como faz a maioria dos seres vivos. Nesse sentido, as ações implementadas podem ser executadas sem que o proces-

136 Veja AXELROD, R. *Idem*, part. I, cap. 1, p. 6.

so deliberativo seja compreendido pelo agente. Assim, no âmbito mais amplo, a teoria da cooperação poderia envolver pessoas, firmas, nações ou bactérias, em uma teoria geral dos jogos evolutivos, nos quais as estratégias vitoriosas são passadas às gerações futuras pelo sucesso, ou não, de um programa genético, que determine as ações dos indivíduos<sup>137</sup>.

Apoiada fortemente na reciprocidade, a teoria da cooperação de Axelrod chamou atenção para a importância do conceito de evolução na escolha de um equilíbrio dentre infinitas possibilidades existentes em jogos repetidos várias vezes. Aqueles aspectos cujos fatores ajudaram também a compreender melhor o papel da comunicação nesse processo evolutivo.

### §7. Os Torneios e a Estratégia TIT FOR TAT

O uso de computadores para realização de testes de simulação não era uma novidade nos anos 1980. Já na primeira edição de *O Gene Egoísta* (1976), Richard Dawkins informava que programas estavam sendo empregados “em todos os campos onde a previsão futura é necessária”<sup>138</sup>. Assim, pesquisadores de áreas como economia, ecologia, sociologia, psicologia além dos estrategistas militares, estavam aplicando modelos simplificados de aspectos do mundo trabalhados por suas respectivas teorias. As simulações eletrônicas traziam a vantagem de reduzir o tempo necessário para observação dos efeitos de uma ação, caso esta viesse a ser desempenhada no contexto real. Apesar de serem apenas aproximações virtuais da realidade, as simulações funcionavam como substitutas eficientes à prática da tentativa e erro aleatória.

Nesse sentido, a inovação que Robert Axelrod trouxe com seus campeonatos de computadores foi a de, ao permitir a participação de especialistas de outras disciplinas, buscar entre os vários programas e estratégias submetidos aqueles que apresentassem as propriedades necessárias para uma linha de ação eficaz nos contextos virtuais e que possivelmente se aplicariam aos ambientes concretos da vida. Como toda simulação, os torneios de Axelrod procuraram delimitar o conjunto de elementos mais relevantes para elaboração, manipulação e previsão dos resultados admissíveis, diante das alternativas disponíveis. Axelrod, que é cientista político da Universidade de Michigan, evitou apontar, depois de terminados os certames, uma estratégia que fosse considerada a melhor em todas as circunstâncias imaginadas, enfatizando que a escolha depende em parte do que se espera que o outro fará em face da expectativa que este tem sobre o que o sujeito também fará<sup>139</sup>. A situação típica de uma racionalidade estratégica que obriga cada agente a considerar as intenções de todos envolvidos, recursivamente.

O Dilema do Prisioneiro Iterado (DPI) foi o modelo escolhido por apresentar a possibilidade de desenvolvimento de uma rica faixa de estratégias que poderiam ser interpretadas como sendo correspondentes a vários contextos do mundo da vida, montadas sobre o pano de fundo de jogos de soma variante, quando os interesses dos agentes envolvidos em parte coincidem, em parte entram em conflito. Além de levar em conta as reações esperadas dos outros, o sucesso de cada uma dependeria da capacidade de se ter em “mente” o histórico das relações passadas e seu posterior desdobramento.

137 Veja AXELROD, R. *Ibidem*, part. I, cap. 1, pp. 17 a 19.

138 DAWKINS, R. *O Gene Egoísta*, cap. 4, p.84.

139 Veja AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, part. II, cap. 2, p. 27.

(...) Em um torneio de computador, cada entrada descreve um programa que incorpora uma regra para selecionar a escolha cooperativa ou não cooperativa em cada movimento. O programa dispõe para isto do histórico do jogo, e pode usar essa história para deliberar.(...) (AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, part. II, cap. 2, p. 30).

<b>Figura 3.1 - Modelo Padrão do DPI</b>				
<b>Jogador 2</b>			Pontuação das Estratégias Puras	
		Cooperar (C)	Desertar (D)	Tentação (T) = 5 Recompensa (R) = 3 Punição (P) = 1 Simplório (S) = 0
<b>Jogador 1</b>	Cooperar (C)	R, R	S, T	
	Desertar (D)	T, S	P, P	
<b>Condições</b>				
1. $T > R > P > S$ ; 2. $R > (T + S)/2$ .				

O modelo padrão do Dilema dos Prisioneiros segue a matriz da figura 3.1, na qual são distribuídos os pontos para Tentação (T) de Desertar (D) sozinho, a Recompensa (R) pela Cooperação (C) mútua, a Punição (P) por ninguém cooperar e a posição de Simplório (S de *Sucker*), que se deixa explorar pelo outro. Tais pagamentos devem ser obtidos sob duas condições. A primeira determina que a tentação seja superior à recompensa, está à punição e por último o ganho do simplório ( $T > R > P > S$ ). Em segundo lugar, a recompensa deve ser maior ou igual à média entre a tentação e simplório ( $R > (T + S)/2$ ). Sendo assim, Axelrod propôs a matriz da figura 3.2 como base de pontuação. Com cinco pontos para o jogador que deserta, enquanto o outro cooperador não ganha nada. Três pontos foram para cooperação mútua e um ponto para a deserção mútua.

<b>Figura 3.2 - Dilema dos Prisioneiros</b>			
		<b>Coluna</b>	
		Cooperar (C)	Desertar (D)
<b>Linha</b>	Cooperar (C)	3, 3	0, 5 c
	Desertar (D)	1 5, 0	1 1, 1 c



Ao lado da estratégia RANDÔMICA - cooperar e desertar com probabilidade igual -, 14 outros programas foram inscritos no primeiro turno do campeonato por especialistas de cinco disciplinas: psicologia, economia, ciência política, matemática e sociologia. Nessa primeira fase, o torneio foi disputado em 200 movimentos até o final. De modo que, aqueles que sempre cooperassem entre si, ganhavam a soma de 600 pontos cada um de um placar máximo de 1000 pontos, o que ocorreria se alguém conseguisse explorar um cooperador do início ao fim da partida sem sofrer retaliação. Todas entradas interagiam entre si - duas a duas -, com os programas sendo escritos em formato e linguagem comuns a todos.

Nem a complexidade ou simplicidade, nem o peso ou largura dos programas foram características significativas para determinar a vitória no primeiro concurso. A estratégia vencedora *TIT FOR TAT* (OLHO POR OLHO, OPO), apresentada pelo psicólogo canadense Anatol Rapoport, mereceu esse resultado devido às propriedades destacadas por Axelrod na análise feita de seu desempenho.

### *Olho por Olho*

Para Axelrod, OPO teria vencido a primeira fase do torneio por ter sido uma estratégia considerada gentil (*nice*) e clemente (*forgiving*) frente às outras. OPO sempre começava uma partida cooperando e, mesmo depois de retaliar uma deserção, retornava à cooperação esquecendo o desvio feito no passado pela outra parte - que recebera uma punição imediata. A estratégia OPO sempre coopera com o oponente até que este deixe de cooperar, imitando em seguida o comportamento deste. Com isso, essa estratégia evitaria o efeito de “eco”, que pode ocorrer após a punição de uma deserção, caso ela gere uma longa cadeia de retaliação e contrarretaliação.

Axelrod sugeriu que, apesar da vitória de OPO, “seria fácil encontrar muitas regras que poderiam ter desempenhado substancialmente melhor do que OLHO POR OLHO no ambiente do torneio”<sup>140</sup>. Ele mesmo sugeriu que três estratégias poderiam ter vencido a primeira disputa se tivessem sido inscritas. *TIT FOR TWO TATS* (UM OLHO POR DOIS OLHOS, OP2O) poderia ter sido uma delas, pois é uma variante mais clemente do que OPO, só pune se não tiver havido cooperação nos dois movimentos anteriores. O provável sucesso de OP2O seria devido à importância do perdão, muitas vezes negligenciado pelos especialistas. *LOOK AHEAD* (OLHE ADIANTE) é uma estratégia elaborada com base em recursos de inteligência artificial, aplicada ao xadrez, que também poderia ter ganho o torneio se tivesse sido submetida. Por fim, uma versão otimista do programa apresentado pelo psicólogo estadunidense Leslie Downing seria aquela que obteria a maior média entre todas as quinze concorrentes.

A *DOWNING REVISADA* deveria começar avaliando os outros jogadores como responsáveis, ao invés de não cooperadores irresponsáveis, como fazia a *DOWNING* original. No primeiro torneio, OPO conseguiu a média de 504 pontos. Ao passo que, essas três últimas estratégias, deixadas de fora inicialmente, quando foram testadas no contexto do primeiro campeonato, obtiveram 520 pontos, OLHE ADIANTE; 532, OP2O; e 542, *DOWNING REVISADA*. Isso serviu para reforçar a ideia da inutilidade de encarar de modo estritamente competitivo o DPI e a vantagem de se mostrar clemente às deserções - além da hipótese de que não há uma estratégia vitoriosa em

140 AXELROD, R. *Op. cit.*, *idem*, p. 38.



absoluto no contexto do Dilema dos Prisioneiros Iterado.

No intuito de pôr à prova mais uma vez as conclusões extraídas da primeira fase, um segundo turno de rodadas foi sugerido para um número maior de participantes, incluindo representantes de seis países - Canadá, Estados Unidos, Grã-Bretanha, Noruega, Nova Zelândia e Suíça - e de outras disciplinas ou atividades, como biólogos evolutivos, professores de informática e fãs de jogos eletrônicos. Dessa vez, no entanto, os efeitos do “lance final” foram amenizados com a determinação de uma taxa de variação que indicava a chance de terminar o jogo no próximo movimento, em 0.00346 por cento. Também foram admitidos programas nas linguagens FORTRAN e BASIC.

Das 63 propostas encaminhadas, novamente, OPO saiu-se vencedora, com 434.73 pontos na média, mesmo depois de um relatório ter sido divulgado com a análise da disputa anterior. Outras duas propriedades se mostraram decisivas para explicar a robustez dessa estratégia: sua clareza e capacidade *retaliadora*.

(...) Uma regra pode ser chamada *retaliadora* se deserta imediatamente após uma deserção “imotivada” do outro. Exatamente o que significa “imotivada” não é determinado precisamente. O ponto, contudo, é que ao menos uma estratégia é incitada a uma resposta imediata por um desafio do outro jogador. (...) (AXELROD, R. *Op. cit.*, *idem*, p. 44).

A eficiência de uma estratégia gentil - que sempre começa cooperando - depende de seu poder de retaliação. A promissora OP2O, que venceria OPO no campeonato anterior, não obteve o sucesso esperado por ter se defrontado com estratégias como a TESTADORA, que eram capazes de explorar a sua demora em punir a outra estratégia que desertou ao menos uma vez nas duas rodadas prévias. O eminente biólogo evolutivo, o britânico Maynard Smith, candidatou OP2O, mas só conseguiu o 24º lugar.

Por terem sido anunciadas as vantagens em ser gentil e clemente, como características decisivas do primeiro campeonato, a maioria dos novos concorrentes do segundo turno procurou atacar alguma vulnerabilidade presente nessas afirmações, apresentando programas que visavam derrubar tais hipóteses. OPO, entretanto, provou ser robusta a esses ataques e a sua imediata retaliação foi um ponto forte para sua manutenção na primeira posição. Sua robustez foi testada mais tarde até em variantes evolutivas do segundo campeonato, onde as estratégias bem-sucedidas teriam maior número de descendentes nas gerações futuras. Comprovando os resultados obtidos em situações típicas estudadas antes por Dawkins, em *O Gene Egoísta*, por Maynard Smith, em “*The Evolution of Behavior*” (1978), e por Robert L. Trivers, em “*The Evolution of Reciprocal Altruism*” (1971).

A análise ecológica mostrou que ir bem com regras que não fazem boa pontuação com elas mesmas é eventualmente um processo de autodestruição. Não ser gentil pode parecer promissor no início, mas ao longo do tempo, isto pode destruir muito o ambiente necessário para seu sucesso (AXELROD, R. *Idem*, *ibidem*, p. 52).

A vitória de OPO no cenário evolutivo serviu para provar não que esta fosse a melhor estratégia para todas situações, mas que sua persistência indicava ser a mais

adequada para uma ampla variedade de ambientes. Por ser fácil de encontrar, de ser reconhecida e difícil de explorar, OPO destacou-se também por sua *clareza*.

(...) O sucesso da robustez de OLHO POR OLHO é uma combinação de ser gentil, retaliadora, clemente e clara. Sua gentileza previne de se meter em problemas desnecessários. Sua retaliação desencoraja o outro lado de persistir, sobretudo quando a deserção é tentada. Sua clemência ajuda a restaurar a cooperação mútua. E sua clareza a faz inteligível ao outro jogador, pela qual se deduz uma cooperação longa (AXELROD, R. *Ibidem*, *ibidem*, p.54).

A estratégia OPO encontra uma correspondência no comportamento Rancoroso e Retaliador descritos por Dawkins, para o jogo Pombos e Falcões, onde são colocados os exemplos tirados de uma simulação feita em computadores a partir das análises de Maynard Smith sobre as estratégias evolucionárias estáveis (EEE)<sup>141</sup>. De tudo isso, vem a conclusão de que a reciprocidade é a base dos comportamentos aptos a gerar a cooperação entre os seres vivos. Reciprocidade que está estampada na chamada Regra de Ouro - *faça aos outros o que gostaria que fizessem a ti* -, talvez seja a regra fundamental da ética que, no inventário registrado pelo filósofo australiano Peter Singer, está presente nas mais diversas culturas e nos momentos históricos mais distintos, desde o código de Hamurabi até as tentativas atuais de elaboração de uma Declaração Universal de Uma Ética Global.

(...) A Regra de Ouro está presente, com distintas formulações, numa ampla variedade de culturas e de ensinamentos religiosos, abrangendo, numa ordem mais ou menos cronológica, os de Zoroastro, Confúcio, Mahavita, do Buda, do épico hindu *Mahabharata*, do *Levítico*, de Hillel, de Jesus, de Maomé, e de Kant, entre outros. Fez-se na última década a tentativa de elaborar a “Declaração de uma Ética Global”, uma declaração de princípios universalmente aceitos em todas as culturas. (...) Uma delas, esboçada pelo teólogo Hans Küng e aprovada no Segundo Parlamento Mundial de Religiões, começa com a exigência fundamental de que “todo ser humano tem de ser tratado humanamente”. Ao tornar mais precisa a exigência, essa versão se refere à Regra de Ouro como a norma irrevogável e incondicional para todas as áreas da vida. (...) (SINGER, P. *Um Só Mundo*, cap. 4, p. 183).

A divulgação das ideias contidas no livro de Axelrod aumentou o interesse pelo DPI. Por conta disso, muitas observações foram feitas sobre o modo como os torneios foram preparados e a pretensão de validade das características as quais se atribuíram o sucesso de OPO. Ao longo de duas décadas, diversos artigos foram escritos sobre o assunto, abordando os fatores como alternância dos movimentos, a oferta de garantias, a interação entre redes sociais, a troca de informação, em função do reforço da reputação, a aprendizagem do comportamento, o papel da inveja, da confusão e a possibilidade de se abandonar o jogo.

141 Veja DAWKINS, R. *Op. cit.*, cap. 5, pp 99 e ss, e cap. 10, pp. 206-208.

Em resposta a tantas observações, vários outros artigos foram lançados por Axelrod, só ou em parceria com outros autores, defendendo a possibilidade de se cobrir a maior parte das variações do modelo de DPI, com a formulação de uma família de estratégias derivadas de OPO. Essa nova família de estratégias poderia então atender os desafios de um repertório mais abrangente de relações. Não obstante, a teoria da cooperação desenvolvida por Axelrod trouxe uma nova compreensão sobre o comportamento recíproco entre os seres vivos que precisava ser elaborada de uma forma mais plausível, frente aos paradoxos de uma concepção egoísta de indivíduos preocupados com sua sobrevivência e reprodução.

Em 2004, foi realizada uma competição comemorativa do 20º aniversário do primeiro torneio de 1984, com 223 entradas jogadas cada uma contra todos os outros jogadores. A estratégia vencedora foi um dos 60 programas inscritos pela equipe da Universidade de Southampton, da Inglaterra. A variação campeã foi desenhada para executar uma série de cinco de dez movimentos, através dos quais reconhecia cada uma de suas variantes. Quando dois jogadores SOUTHAMPTON se encontravam, assumiam imediatamente os papéis de “senhor e escravo” - um poderia sacrificar-se para que o outro vencesse várias vezes. Caso reconhecesse uma estratégia rival, SOUTHAMPTON desertava imediatamente. Destarte, o trabalho de equipe permitiu a essa estratégia tomar os três primeiros lugares, enquanto alguns dos que se sacrificaram ocuparam as últimas posições na tabela.

O responsável pela edição comemorativa do DPI, Graham Kendall, da Escola de Ciência da Computação e Informática da Universidade de Nottingham, notou que uma estratégia com múltiplos jogadores, como SOUTHAMPTON, talvez tivesse dificuldades para vencer OPO isoladamente, no contexto do campeonato original, onde era impossível prever o conluio entre as entradas. Em declaração ao noticiário da *Wired News*, na Internet, Kendall disse que a importância dessa estratégia foi “testar algumas ideias que tínhamos sobre equipes de trabalho em sistemas de agentes em geral, e sua percepção do trabalho conjunto em uma equipe, como problema fundamental. O que foi interessante ver foi quantos colaboradores você precisa contar em uma população. (...) Vencemos com cerca de 20”<sup>142</sup>.

### §8. Problemas com o Modelo Padrão

Antes de ser formalizado por Robert Axelrod, o Dilema dos Prisioneiros Iterado era conhecido intuitivamente pelos economistas como “teorema popular” (*folk theorem*). O teorema popular descreve a noção partilhada pelo senso comum de que qualquer tipo de cooperação pode ser sustentada, em uma iteração, desde que haja a ameaça de punição aos transgressores. Tal punição seria mais eficiente na medida em que sua carga viesse se prolongar muito ao longo do tempo. O problema que surgia, então, era a dificuldade em se saber qual dos múltiplos equilíbrios possíveis deve ser recomendado para uma situação específica, já que eles podem ser mantidos de muitas maneiras diferentes<sup>143</sup>.

Pontos de equilíbrios sempre são gerados quando os resultados conjuntos obtidos em superjogos superam os ganhos de um equilíbrio existente no jogo base que

142 KENDALL, G. apud GROSSMAN, W.M. “New Tack Wins Prisoner’s Dilemma”, 13 outubro de 2004.

143 Veja KREPS, D.M. *Game Theory and Economic Modelling*, cap. 4, pp. 75-76.

deu origem à iteração. Assim, no caso do Dilema dos Prisioneiros - modelo padrão -, qualquer ganho distribuído para ambos jogadores acima do valor da punição para deserção mútua (1,1), alcançados por uma repetição de fim indeterminado, podem estar em equilíbrio de Nash<sup>144</sup>.

Tantos equilíbrios disponíveis levam à questão sobre qual deles seria o melhor a ser adotado e como chegar a ele efetivamente. Por outro lado, o conhecimento do teorema popular muito antes das conclusões tiradas por Axelrod, acerca da possibilidade da cooperação, já previa que estratégias como OLHO POR OLHO poderiam sustentar um ponto de equilíbrio ao final de várias repetições do Dilema dos Prisioneiros, bem como qualquer outra estratégia cooperadora que produzisse resultados acima do equilíbrio primário da punição mútua. O economista britânico Ken Binmore criticou a ênfase que se dava a esse respeito na pesquisa de Axelrod, quando este procurava destacar as virtudes da vitoriosa OPO ou do mecanismo do DPI, como sendo sua contribuição mais importante para a Teoria dos Jogos. Ao contrário, o que havia de relevante no trabalho de Axelrod era o enfoque “na importância da evolução na seleção de um equilíbrio em infinitas possibilidades de existência, como no teorema popular”<sup>145</sup>.

Binmore criticou as afirmações de que a clemência, a gentileza, a retaliação e a clareza fossem fundamentais para o sucesso de uma determinada estratégia em particular. Estratégias como *GRIM TRIGGER* (RETALIADOR PERMANENTE, RP), submetida no torneio inaugural pelo economista James W. Friedman (1936-2016), poderiam obter bons desempenhos em ambientes mais favoráveis. O RETALIADOR PERMANENTE nunca é o primeiro a deserta, mas jamais volta a cooperar com quem fez a primeira deserção. Nesse sentido, uma vez comunicada sua forma de agir, RP é capaz de sustentar a cooperação satisfatoriamente, por apresentar motivos suficientes para que se evite sua retaliação dura, como uma “máquina do juízo final” - no filme *Dr. Strangelove* - se esta fosse anunciada a tempo de evitar o ataque nuclear. Contudo, é preciso destacar que sua eficácia depende que haja ao menos uma rodada prévia de conversação. RP não é nem um pouco clemente.

A gentileza, por sua vez, não é um comportamento que seja inerente a estratégias evolutivas, pois máquinas que sempre cooperam camuflam comportamentos simplórios que estão sujeitos à exploração de uma simples mutação que não coopere no primeiro encontro. No lugar da clareza, para que um programa reconhecesse o outro bastaria que fosse dotado de um dispositivo, uma marca distintiva das demais, que permitisse uma mutação perceber a presença de uma cópia de si mesma na população, a fim de que ambas se envolvessem em uma cooperação. Um código tal como o que permitiu à estratégia SOUTHAMPTON estabelecer o conluio no campeonato comemorativo de 2004. Tampouco se requer que uma estratégia seja ela própria capaz de retaliar, aspecto que só é necessário quando a interação se desenvolve apenas entre duas partes. Basta somente que haja um terceiro programa que seja o vingador daquela que fora injuriada, para que o desertor seja punido, em relações multilaterais<sup>146</sup>.

Novos torneios mostraram que numa descrição mais realista, onde erros ocasionais e lances alternados podem ocorrer, o resultado final da iteração favorece outros

144 Veja FIANI, R. *Teoria dos Jogos*, cap. 6, pp. 169-172.

145 BINMORE, K. “Review: The Complexity of Cooperation”, p. 2.

146 Veja BINMORE, K. *Op. cit.*, pp. 3 e 4.

tipos de estratégias. Nessas circunstâncias, a forma pura de OPO obtém pontuações próximas às de estratégias RANDÔMICAS – em que os lances são jogados aleatoriamente –, sobretudo quando a probabilidade do ruído acontecer atinge 50%. Nos jogos simultâneos com ruído, estratégias do tipo PAVLOV, como *WIN-STAY, LOSE-SHIFT* (EM TIME QUE ESTÁ GANHANDO NÃO SE MEXE) – na qual os jogadores repetem os resultados vitoriosos da última rodada (Recompensa ou Tentação) e mudam quando perdem (Punição e Simplório) –, são superiores à OPO, devido à capacidade de corrigir um erro momentâneo<sup>147</sup>.

De outro modo, quando os movimentos dos participantes são alternados – há troca de papéis –, uma variante de OPO chamada *GENEROUS TIT FOR TAT* (GENEROSO OLHO POR OLHO, GOPO) consegue alcançar os melhores desempenhos ao longo de várias gerações. Isto porque, GOPO passa a usar a probabilidade de cooperar quando um lance equivocado de deserção é realizado pela outra parte<sup>148</sup>.

Dez anos depois de publicar *The Evolution of Cooperation*, Axelrod promoveu novos torneios de computador. Dessa vez, cobriu as situações em que o ruído interfere nas escolhas com uma chance inicial de 1% de provocar resultados opostos aos esperados. A seguir, avaliou também diversos níveis de ruídos a cada 10%. Em todas escalas, foi constatada a superioridade das variantes “generosas” de OPO frente as estratégias PAVLOV. A “generosidade” permitiu a correção de erros cometidos por ambos jogadores em baixo nível de ruído e quando as partes não estavam adaptadas à possibilidade de erro.

Outra versão de OPO, conhecida como *CONTRITE TIT FOR TAT* (CONTRITO OLHO POR OLHO, COPO) – que evita responder a uma deserção adversária, quando o próprio jogador acabara de desertar, sem intenção, na rodada anterior –, mostrou-se mais efetiva se o próprio jogador está adaptado ao ruído e a taxa de ocorrência de equívoco é alta. Nas populações adaptadas à estratégia mista, a autocorreção dos erros é suficiente para dispor as partes a entenderem a eventualidade de modo adequado, restaurando a cooperação de pronto. Com isso, concluiu-se que as OPO modificadas permaneceram robustas nos ambientes ruidosos, em que as pessoas estão sujeitas a erros. As estratégias PAVLOV, por seu turno, tiveram bom desempenho apenas nos momentos em que ambos jogadores seguiam esse tipo de interação apoiada na manutenção de resultados positivos. Contra outros “não pavlovianos”, as pessoas ficaram vulneráveis à permanente deserção (SEMPRE “D”), com o pagamento do cenário padrão do primeiro torneio<sup>149</sup>.

Apesar do otimismo de Axelrod quanto ao sucesso de estratégias reativas da família OPO, outros estudos têm indicado que a estratégia bem-sucedida depende intrinsecamente do cenário montado, da topografia da vizinhança e, sobretudo, da estratégia que o outro adotará – difícil de se prever. Como afirmam os pesquisadores Martin

147 As estratégias que mudam o comportamento do jogador de acordo com o resultado foram rotuladas de PAVLOV pelos matemáticos David P. Kraines e Vivian Kraines desde o artigo “**Pavlov and Prisoner’s Dilemma**”, de 1989. A família de estratégia OPO, por sua vez, orienta-se segundo o comportamento do outro jogador.

148 A GOPO continua cooperando sempre que o outro coopera ( $p=1$ ) e deserta com a probabilidade “ $q$ ” relativa à proporção da diferença entre R e P sobre a diferença entre T e P ( $q=R-P/T-P$ ). Veja NOWAK, M.A. & SIGMUND, K. “**The Alternating Prisoner’s Dilemma**”, in *Journal of Theoretical Biology*, nº 168, p. 224.

149 Veja WU, J & AXELROD, R. “**How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner’s Dilemma**”, in *Journal of Conflict Resolution*, nº 39, pp. 183-189 e AXELROD, R. “**On Six Advances in Cooperation**”, in *Analyse & Kritik*, jan. 2000.

Andreas Nowak, Robert McCredie May e Karl Sigmund, “uma estratégia que vai bem num certo ambiente pode falhar miseravelmente em outros”<sup>150</sup>.

### *A Defesa de Axelrod*

A indução reversa não afeta o DPI quando este é repetido infinitamente ou de maneira a tornar indeterminado o fim do jogo. Entretanto, para que a indeterminação do final anule os efeitos da reversão das jogadas, a “sombra do futuro” deve ser a mais longa possível. O que vale dizer que a probabilidade de terminar a partida no próximo movimento seja maior do que zero. Quando as chances do jogo continuar se aproximam de zero, o DPI volta a sentir as influências das estratégias dominantes da matriz básica e o valor da deserção cresce. A estratégia OPO, então, só pode obter o pagamento máximo se ambos jogadores cooperarem a cada rodada. Contudo, o mesmo resultado poderia ser obtido se todos fossem cooperadores incondicionais - como propôs Kant, desde sua *Fundamentação da Metafísica dos Costumes* (1785). Sendo assim, não haveria uma característica particular de OPO que lhe garantisse a indicação precisa para atuar tendo em mente apenas as consequências de uma longa sombra do futuro.

Para tornar mais plausível a defesa da robustez de OPO, a competição simulada em computadores teve de incorporar detalhes mais realistas que dessem conta da possibilidade de erro ou confusão, na execução ou percepção de um movimento específico. A diferença entre lances simultâneos e alternados também teve de ser considerada, a fim de tornar a descrição da interação ainda mais próxima das relações reais. Tais mudanças viabilizaram o aparecimento de novas estratégias que se mostraram eficientes em um cenário mais abrangente - como aqueles preparados por Nowak, Sigmund e outros pesquisadores.

A teoria da cooperação chamou atenção de um número crescente de especialistas interessados na explicação mais precisa do comportamento cooperativo e das circunstâncias que o fomentam, entre seres humanos ou não. Em suma, está em jogo a ténue convivência entre indivíduos que buscam de imediato o melhor para si, em particular, e o bem do grupo, em geral, a longo prazo. Ao invés de supor uma racionalidade forte para deliberações, a teoria da cooperação adotou a perspectiva de que os agentes procuram atuar sob regras práticas, sem efetivar um cálculo rigoroso de tudo que é necessário para se encontrar uma solução técnica indicada. Destarte, a cooperação, apoiada na reciprocidade pôde ser atribuída a pessoas, nações e organismos biológicos, em geral. Tudo porque a simplicidade do Dilema dos Prisioneiros assim o permitia. Graças ao DPI e suas variantes, as simulações em computadores puderam observar a eficiência das estratégias nos ambientes mais variados, incluindo os modelos biológicos evolutivos.

As diferenças entre cenários onde movimentos eram efetuados ora simultaneamente, ora alternadamente, não foram, na interpretação de Axelrod, suficientes para refutar cabalmente as conclusões básicas da teoria da cooperação por reciprocidade, porque mantiveram os efeitos favoráveis da presença da sombra do futuro sobre a expectativa de ganhos possíveis e a dependência da compreensão que a escolha das estratégias depende do que se espera que o outro faça.

---

150 NOWAK, M. A. , MAY, R. & SIGMUND, K. “The Arithmetics of Mutual Help”, in *Scientific American*, jun. 1995, p. 78.



Se é possível que o outro jogador seja suficientemente responsável, e os pagamentos e sombra do futuro são suficientemente favoráveis, recomendar a estratégia recíproca ainda parece ser conselho robusto (AXELROD, R. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”, p. 18).

Outros fatores, como a consideração da reputação, racionalidade, adaptação e inveja, revelaram o papel que os detalhes podem exercer em uma rede social ou quando se mostra a oportunidade de abandonar a interação. A troca de informação entre os participantes sobre seu comportamento passado permite que a reputação seja reconhecida, promovendo a cooperação mesmo se os jogadores nunca se encontraram antes, caso um deles seja um RETALIADOR PERMANENTE, por exemplo. Uma estrutura social adequada pode manter a cooperação sustentada na reputação, quando esta é de conhecimento público<sup>151</sup>.

Em resposta às críticas quanto à clareza, como propriedade de uma estratégia vitoriosa, que sustentam que para uma mutação ou adaptação aprender um comportamento recíproco, basta que seja capaz de aprender a regra por si mesma, Axelrod pondera que a mistura das escolhas de ações pode ser difícil de ser compreendida, ao se enfrentar várias estratégias ao mesmo tempo. Sobretudo quando se tem também de avaliar as consequências de cada um empiricamente. Para serem bem-sucedidos, tais tipos de interações precisam levar em conta o conjunto de estratégias envolvidas, identificando aquelas cópias de si mesmas que se reproduzem corretamente, bem como suas principais mutações. Em socorro a essas dificuldades, uma compreensão racional mínima procura cooperar sempre em função do resultado satisfatório, depois de se fazer a deliberação correspondente<sup>152</sup>.

Isso conduz à discussão sobre a justificação de um comportamento que pode ser afetado, em sistemas neurológicos mais avançados, pelo sentimento de inveja, entendida como um pagamento tão alto como o do outro jogador, ou o não desejo de ganhar menos, ou ainda não aceitar que meios injustos permitam o favorecimento do desempenho do adversário. Tal sentimento poderia estar na base de uma intuição primária de justiça. Em ambientes sujeito a ruído, que podem provocar uma resposta equivocada ao comportamento do outro, OPO poderia ser transformada em uma estratégia INVEJOSA MODERADA - cooperar se ganha uma vantagem extra -, sem deixar de ser robusta, desde que mantenha a reciprocidade entre os jogadores depois de uma eventual punição por esse ganho “indevido”. Efetivamente, qualquer que seja a definição de inveja que se queira atribuir aos jogadores para fornecer maior nitidez psicológica a esses replicantes, essa não parece ser uma legítima justificação para restringir as escolhas dos participantes na interação, sendo apenas uma interpretação relativa à cultura em que se está inserida. Na prática, OPO não se mostra como uma estratégia invejosa, sobretudo quando arrependida para ganhos não merecidos, em um cenário ruidoso na estratégia derivada COPO<sup>153</sup>.

Por fim, uma alternativa que evite a atuação de oportunistas é modelada em jogos que permitem o abandono da interação se o relacionamento se mostrar insatis-

151 Veja AXELROD, R. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”, pp. 21-23.

152 Veja AXELROD, R. *Op.cit.*, p. 23.

153 Veja AXELROD, R. *Idem*, p. 25-29.

fatório para uma das partes. Isso pode ocorrer quando a cooperação é repentinamente rompida por uma deserção, ocasião em que o jogador afetado imediatamente sai da partida. A possibilidade de sair só surge, então, quando o outro não coopera. O efeito de saída é avaliado adequadamente no contexto em que estão envolvidas mutações e, por conseguinte, quando se está levando em conta a adaptação ao meio ambiente. Vale dizer que isso implica em investigar a população de estratégias atuantes, a fim de saber qual produz os melhores resultados, segundo um histórico de confiabilidade, uma vez que o conjunto inicial influencia a comparação correta dos diversos cenários montados. A saída rápida de uma deserção pode diminuir em muito os prejuízos de estratégias gentis e aumentar as perdas das más cooperadoras<sup>154</sup>.

Embora a teoria da cooperação tenha apresentado alguma sensibilidade a mudanças nos ambientes onde as hipóteses originais foram lançadas, de um modo geral, ela se mostrou apta para analisar a emergência da cooperação nos mais diversos tipos de simulações. Enfaticamente, percebeu-se que a conduta cooperativa pode surgir nas mais diferentes circunstâncias. Além de OPO, muitas outras estratégias cooperadoras foram apontadas como válidas, desde que a rodada final estivesse indeterminada em um horizonte distante e as estratégias estivessem também prontas a se corrigirem, quando atingidas por desafios de comportamentos alternativos. Restrições à racionalidade dos agentes, que implementam os programas determinados nos torneios, abrem espaço à especulações ou futura investigação, sobre o papel da escolha racional na formulação de algoritmos mais refinados que façam a distinção precisa das condições mais favoráveis à cooperação. Conforme Robert Hoffmann indica em sua defesa da teoria da cooperação, a capacidade de aprendizagem durante o processo iterativo pode ser a melhor explicação para saber como tais relações estratégicas ocorrem na natureza<sup>155</sup>.

### §9. Estratégias Vitoriosas nas Variantes do Modelo Padrão

Depois que Axelrod popularizou a simulação em computadores como método de avaliação privilegiado das condições em que estratégias cooperadoras poderiam ser bem-sucedidas, uma série de variações dos parâmetros dos campeonatos originais foi testada com o intuito de examinar a validade de suas hipóteses iniciais. Para cada novo modelo, apareceram novas estratégias vitoriosas que se mostravam robustas a invasões, enquanto corrigiam algumas vulnerabilidades percebidas nas versões anteriores. Pequenas mudanças na constituição primária do Dilema dos Prisioneiros Iterado poderiam favorecer linhas de ação que de outra forma não poderiam subsistir plenamente.

Uma competição evolutiva do Dilema dos Prisioneiros, em que as partes apenas podem ou cooperar ou desertar entre si, isto é reagem apenas de uma maneira determinada, sem ponderar os lances com uma taxa de probabilidade definida, mas respeitando apenas esses dois estágios de escolha, permitiu que algoritmos RP dominassem a maioria da população remanescente, no final de um jogo evolutivo. Entre 26 participantes que concorreram nestas condições, 67% da população passou a ser composta por RETALIADORES PERMANENTES, ressalvado o cenário em que haveria a possibilidade de mutação entre as sucessivas gerações. Quando esta mutação atingia 1%, a vantagem de RP caía para faixa dos 50%<sup>156</sup>.

154 Veja AXELROD, R. *Ibidem*, pp. 29-31.

155 Veja HOFFMANN, R. "Twenty Years On", § 4.5.

156 Veja SIEBRASSE, N. "Generalized Win-Stay, Lose-Shift is Robust in the Repeated Prisoner's Dilemma

A estratégia RP é inclemente. Jamais coopera depois do outro jogador ter desertado primeiro no movimento anterior. Também é RP extremamente sensível ao erro. Qualquer deserção equivocada pode levar a uma punição máxima por parte do retaliador. Sem embargo, nos torneios de Axelrod, onde não havia possibilidade de erro no desempenho dos algoritmos, RP obteve a sétima colocação entre as 14 que participaram da primeira fase e a 52ª posição entre as 63 concorrentes do segundo turno. Como o próprio Axelrod destacou, das 39 estratégias gentis - aquelas que começam cooperando - do segundo campeonato, RP ficou com o pior lugar entre elas. Para que RP obtenha êxito em um contexto verossímil, faz-se necessário que seu agente seja capaz de comunicar corretamente a ameaça de uma severa retaliação, caso venha ser explorado por um desertor desavisado. Só assim um RP passa a ser um incentivo máximo para manutenção da cooperação. Contudo, qualquer desatenção pode ser fatal.

Apesar das dificuldades de se manter a cooperação com RPs, sua resistência em um ambiente evolutivo explica-se pela eficiência de cumprir suas ameaças ou promessas de lealdade. Um comportamento que transparece entre aqueles que se empenham passionalmente pela palavra empenhada. Punições severas surgem como preço de se tornarem verazes os compromissos assumidos. Nos seres vivos, emoções fortes, como a cólera, a ira ou fúria, emergem como modo de pela intimidação ser levado a sério. Quanto mais incontrollável e intolerante a erros, maiores as chances de serem críveis suas ameaças<sup>157</sup>.

Na ação política, isso explica, mas não justifica atos extremados de terroristas suicidas. Na natureza, espécies RPs abrem espaço para a sobrevivência de organismos que se aproveitam da “fama de mau” daqueles de quem mimetizam a aparência agressiva ou os seus padrões de cores. Desta artimanha são exemplos espécies como a cobra-coral-falsa (*Lampropeltis doliata*), nativa do sudeste estadunidense, que usufrui da proteção extra por reproduzir as mesmas formas da verdadeira cobra coral (*Micrurus nigrocinctus*), que é uma espécie venenosa distinta, e a borboleta *Caligo beltrao* (popular “corujão”), encontrada no sudeste brasileiro, cujo macho ostenta os olhos de uma sisuda coruja nas suas asas posteriores, afastando os predadores distraídos.

### *Fatores Psicológicos*

Outro algoritmo a revelar aspectos psicológicos importantes adquiridos na evolução da cooperação foi vencedor de um campeonato alternativo realizado pelos biólogos matemáticos Martin A. Nowak e Karl Sigmund, na época em que o primeiro ainda estava na Universidade Oxford e o segundo na Universidade de Viena, em 1993. Na variante simultânea do DPI sujeita a erro, que eles montaram, a estratégia chamada *WIN-STAY, LOSE SHIFT* (EM TIME QUE ESTÁ GANHANDO NÃO SE MEXE) foi a vencedora. Historicamente, essa estratégia havia sido sugerida pela primeira vez por Anatol Rapoport e Albert M. Chammah (1928-2008) no texto intitulado Prisoner's Dilemma, de 1965, com o estranho nome de *SIMPLETON* (TOLO). Mais tarde (1990) esse mesmo programa foi descrito por Jeffrey Scot Banks (1958-2000) e Rangarajan K. Sundaram como *TAT-FOR-TIT* (AQUILO POR ISTO, uma inversão de *TIT-FOR-TAT*), designação preferida por Binmore, devido ao comportamento semelhante ao de OPO na sua atuação original, mas que o inverte após uma deserção<sup>158</sup>.

---

with Noise Played by Multi-State Automata”, p. 11.

157 Veja PINKER, St. *Como a Mente Funciona*, cap. 6, pp. 428-438.

158 Veja BINMORE, K. “Review: The Complexity of Cooperation”, p. 6.

Figura 3.3 - Jogo Simultâneo com Ruído (erro)	
1 OPO	CC <b>d</b> C D C ... D <b>d</b> D D ... D <b>c</b> D C ... D C C C
2 OPO	CC C D C D ... C D D D ... D D C D ... C <b>c</b> C C
<b>d = deserção equivocada</b>	<b>c = cooperação equivocada</b>

Além desses nomes, a linha de ação que mantém o mesmo estado quando está ganhando e muda quando perde foi também denominada PAVLOV. Um agente pavloviano permanece no seu movimento inicial se seu pagamento corresponder aos valores da tentação (T) ou da recompensa (R), trocando de opção toda vez que receba apenas a punição (P) ou ganho simplório (S). Para os matemáticos David P. Kraines e Vivian Y. Kraines, que renomearam a antiga *SIMPLETON* como uma homenagem ao histórico fisiologista russo Ivan Petrovich Pavlov (1849-1936), esse tipo de comportamento na natureza pode ser atribuído aos peixes-espinhos (*Gasterosteus aculeatus*), quando estes inspecionam um território em busca de um predador<sup>159</sup>. Em um DPI simultâneo com erro, pode ocorrer a algumas estratégias o efeito de “eco”, como a OPO, caso, depois de uma primeira deserção equivocada, o segundo jogador passe a retaliar e, após retornar à cooperação, em respostas defasadas aos comandos do outro. Pode acontecer ainda uma sequência de mútua deserção e, em seguida a um novo equívoco, ser refeito a repetição do “eco” com a fase invertida, que só depois de um outro movimento errado poderá reinstalar a cooperação (figura 3.3).

Ao invés de persistirem em uma sucessão de diversos erros para estabelecer a cooperação, dois jogadores “pavlovianos” poderiam recuperá-la rapidamente sem maiores dificuldades, graças à capacidade desse programa superar possíveis enganos nas tomadas de decisão. Essa habilidade de recuperar o estágio inicial da interação em poucos movimentos demonstrou que PAVLOV era mais robusta em ambientes ruidosos do que OPO (figura 3.4).

Figura 3.4 - Jogo Simultâneo com Ruído (erro)	
1 PAVLOV	C C C C D C C C ...
2 PAVLOV	C C C <b>d</b> D C C C ...
<b>d = deserção equivocada</b>	

Depois de saber desses resultados, Axelrod resolveu refazer a disputa de seu segundo torneio. Dessa vez, com a possibilidade de 1% de uma decisão ter sido tomada equivocadamente. A RP é absolutamente desastrosa nesse tipo de ambiente. Todavia, a variante generosa de OPO (GOPO) poderia sair-se melhor do que qualquer uma das 63 instruções submetidas no segundo campeonato. GOPO seria uma versão de OLHO POR OLHO que cooperaria 10% das vezes em que deveria agir desertando em função da atitude não cooperativa da outra parte. “Isso previne que um simples erro ecoe

159 Em 1987, Manfred Milinski associou o comportamento do peixe-espinho ao da estratégia OPO (veja MILINSKI, M. “Tit for Tat in Sticklebacks and the Evolution of Cooperation”, entretanto, já admitia rever suas conclusões, em 1993, considerando PAVLOV a maneira mais apropriada de descrever suas reações diante de um possível rival (veja MILINSKI, M. “Cooperation Wins and Stays”).

indefinidamente” - afirmou Axelrod, ao lado do chinês Jianzhong Wu<sup>160</sup>.

De fato, na variação alternada do DPI, realizada por Nowak e Sigmund, GOPO conseguiu regenerar a cooperação, a longo prazo, de uma forma mais eficaz do que PAVLOV, nas mesmas condições. Uma das conclusões que foram tiradas dessa experiência foi que, por observar apenas os resultados obtidos, PAVLOV estaria mais apta a reagir em circunstâncias onde não fosse necessária a percepção precisa do jogo feita pelo adversário, que ignoraria suas intenções. Ao passo que, estratégias miméticas da família OPO conseguem se defender da exploração de quem nunca coopera, enquanto PAVLOV ficaria alternando suas ações entre P e S. Prestar atenção no que o outro faz é a chance de atingir a melhor solução estratégica no cenário ruidoso de troca de papéis entre os jogadores. Nesse sentido, enquanto OPO fora a estratégia mais eficaz para emergência da cooperação, uma vez estabelecida as condições para manutenção desta através da seleção natural, a vertente GOPO seria a mais realista e robusta a invasões de mutantes ou ações equivocadas<sup>161</sup>.

Junto à estratégia generosa de OPO, uma linha de ação chamada CONTRITO OLHO POR OLHO (COPO) pode ser considerada bem-sucedida em ambientes ruidosos. COPO atua semelhante a OPO, mas procura evitar responder uma deserção da outra parte, depois que o próprio jogador ter desertado equivocadamente na rodada anterior. Procedendo assim, do mesmo modo que GOPO é tolerante com os erros cometidos pelos adversários, COPO mostra arrependimento pelos próprios enganos. Deste modo, rapidamente as estratégias variantes podem restabelecer a cooperação depois de lances confusos de ambas as partes. COPO começa sempre cooperando e se mantém satisfeito com a cooperação até que haja uma deserção. Se esta foi provocada pela outra parte, passa a retaliar até que o retorno à cooperação o deixe novamente satisfeito. Porém, quando a deserção foi praticada pelo próprio jogador, acontece o arrependimento que admite uma retaliação adversária, que o obriga a cooperar em seguida.

Enquanto GOPO produz um comportamento cooperativo satisfatório quando a taxa de ruído vai até 1%, COPO consegue maior eficiência em níveis maiores do que este. Na versão ecológica da segunda fase do torneio de Axelrod com ruído, COPO atingiu a liderança entre as seis melhores estratégias daquele campeonato, após 2000 gerações. Contudo, em determinados confrontos, como os contra OPO original, essa estratégia é vulnerável ao efeito de eco, quando aquela deserta por acidente. De acordo com Axelrod, apenas um novo engano poderia reparar a cooperação inicial. Tal ocorre porque COPO é eficaz na reparação de seus próprios erros, mas não os do oponente, pois neste caso continua reagindo da mesma forma que OPO contra a exploração do adversário. COPO só é eficiente contra algoritmos adaptados à situação de ruído<sup>162</sup>.

A reação de quem aplica COPO é identificada com a de quem opera a linha de ação do INVEJOSO MODERADO (IM), quando este ganha uma vantagem indevida. Na ausência de ruído, IM joga como se fosse OPO. Do contrário, não aceita que o outro jogador deserte mais do que ele mesmo. Destarte, um jogador invejoso que fosse capaz de se arrepender de ter ganhos excessivos poderia evitar a exploração de desertores,

160 WU, J. & AXELROD, R. “How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner’s Dilemma”, p.2.

161 Veja NOWAK, M. & SIGMUND, K. “The Alternant Prisoner’s Dilemma”, § 7, p. 226.

162 Veja WU, J. & AXELROD, R. *Op. cit.* pp. 6 e 7.

ao mesmo tempo em que se mostra aberto a cooperação, depois de uma punição motivada.

À medida que o refinamento da descrição do Dilema dos Prisioneiros repetido foi se aproximando de um modelo mais realista da interação humana, novas competições foram sendo promovidas, a fim de reproduzir as condições em que a cooperação pode surgir em um ambiente típico da seleção natural darwiniana. David e Vivian Kraines, em “*Protocols for Cooperation*” (2001), elaboraram uma disputa em torno de um Dilema dos Prisioneiros Alternado, ou sequencial, onde uma nova estratégia chamada TOUGH LOVE (AMOR BRUTO, AB) manteve a cooperação estável ao punir o mau comportamento e esquecer rapidamente a reincidência.

No cenário evolutivo, no qual os agentes eram capazes de recordar os quatro resultados anteriores, as características tolerantes de AMOR BRUTO foram cruciais para gerarem cooperação mútua com uma sequência de movimentos trocados aleatoriamente. Nesse contexto, a cooperação não surge do altruísmo, mas da habilidade de lembrança dos resultados de alguns encontros passados. Assim, muitos grupos ABs podem ser formados, ficando sua sustentação garantida pela distinção clara de certos protocolos e regras “culturais”. Ou seja, membros de um grupo, que tenham seus próprios hábitos e procedimentos, seriam bem-sucedidos se permanecessem no seio deste, ao invés de visitar outras associações. Kraines & Kraines concluem que essa “diferença cultural entre clãs é estável evolutivamente com respeito a outros clãs”<sup>163</sup>. Quer dizer, saber distinguir adequadamente aqueles que fazem parte de seu grupo é uma condição prioritária para manter a estabilidade de uma estratégia frente a concorrente.

A estratégia memoriosa de um Dilema dos Prisioneiros Alternado, AB, atua como um cooperador recíproco que pune deserções imotivadas; contritamente cooperando depois de ter sido punido por uma deserção que tenha cometido; e tolerando um oponente arrependido. Depois de uma deserção acidental, AB coopera sem problemas com o adversário. Comportando-se dessa maneira, AB evita os círculos viciosos de deserção com seus pares, não explora agentes altruístas (SEMPRE C), retorna rapidamente a uma cooperação com os outros após uma série de erros confusos. É, portanto, um parâmetro apropriado para uma estratégia evolucionária estável (EEE), com uma trajetória com pequenas mudanças aleatórias no nível de ruído, estágios, quantidade inicial de agentes e ganhos esperados variáveis<sup>164</sup>.

Não obstante, quando a memória dos participantes desse tipo de torneio seletivo chegava a quatro decisões anteriores, foi detectado que apenas 44% dos agentes envolvidos se tornaram cooperadores.

A maioria da população nunca se envolve com cooperação mútua nesse modelo. Ao invés disso ser uma falha do modelo, pode ser um reflexo acurado da evolução no *mundo real*. Em poucas espécies, indivíduos ordinariamente cooperam com outros, exceto pelos relativamente próximos. As espécies que desenvolvem cooperação recíproca tendem a ser as mais inteligentes (grande memória), mas mesmo entre espécies altamente inteligentes, comportamento cooperativo não é, em geral, resultado

163 KRAINES, D. & KRAINES, V. “*Protocols for Cooperation*”, § 1, p. 3.

164 KRAINES, D. & KRAINES, V. *Op. cit.*, §§ 15 e 18, pp. 26 e 28-29.



evolucionário. Embora padrões de comportamento cooperativos sejam geralmente mantidos entre leões, não há entre tigres. Ao invés de batalhas tipo perda-perda, muitas espécies que tomaram a trajetória evolucionária até SEMPRE D também aprenderam a evitar interações (...) com outras espécies. Tigres tendem à vida solitária e evitar um longo número de pagamentos perda-perda (KRAINES, D.& KRAINES, V. *Protocols for Cooperation*, § 18, p. 28).

Nas sociedades humanas, os confrontos eventuais têm sido superados por uma série de normas e rituais que visam reestabelecer a harmonia na sociedade, depois que algum ato veio a prejudicar a cooperação. Tais aspectos do comportamento social parecem corroborar a afirmação de que instituições surgiram ao longo de todo um aprendizado obtido não apenas no processo seletivo natural, nos moldes darwinianos, mas da diferenciação cultural que emerge nos grupos de estratégias que não se esquece facilmente do passado, em um modelo de Dilema dos Prisioneiros Alternados.

Por razões genéticas e culturais, sentimos prazer depois de fazer uma boa ação. Também ressentimos de quem tira vantagem de nossa boa vontade e retaliamos ou mantemos um sistema judicial para retaliar por nós. Ao passo que tendemos a esquecer aqueles que se desculpam e se arrependem. A emoção da culpa nos detém de explorar e logo retornamos a cooperar. Esses sentimentos correspondem aos que poderiam dirigir um agente AMOR BRUTO. Nossas respostas emocionais podem bem-estar envolvidas em parte por obter interações típicas de um Dilema dos Prisioneiros (KRAINES, D. & KRAINES, V. *Op. cit.*, § 18, p. 29).

# Capítulo 4

## Pegadas da Centopeia

**D**a mesma forma que os jogos de soma zero não eram suficientes para descreverem todo tipo de interação entre dois agentes racionais, o modelo padrão do Dilema dos Prisioneiros Iterado apresentava muitas limitações em sua representação das relações sociais ou biológicas, em um nível mais profundo. Acrescentar elementos presentes em interações reais, que por simplicidade foram inicialmente omitidos, tornou a simulação mais precisa, apesar de sua complexidade. Afinal, ruídos, equívocos, troca de papéis e evolução da posição dos agentes são frequentes nas relações observadas no dia a dia dos organismos vivos.

Durante o período da Guerra Fria (1945-1989), não raro, enganos eram cometidos sob a suspeita de espionagem por partes dos dois blocos políticos rivais - soviéticos e capitalistas. Lamentavelmente, alguns desses erros eram fatais. Houve casos de aviões de passageiros terem sido abatidos por sobrevoarem próximos à fronteira das regiões mais conflitantes. Em 1983, 269 pessoas a bordo de um aparelho de uma empresa aérea sul-coreana foram sacrificados em nome da segurança militar e suspeita de espionagem, quando o avião invadiu o espaço aéreo da extinta União Soviética. Erros são uma constante na vida de seres racionais imperfeitos. Apenas ignorá-los pode custar mais caro do que tentar aprender com eles. Nesse sentido, elaborar simulações que consideram a probabilidade de erros e estratégias capazes de aprender com eles, recuperando rapidamente a cooperação, ajuda a depurar a avaliação das condições que permitem a manutenção duradoura e bem-sucedida de um empreendimento comum<sup>165</sup>.

Jogos simultâneos, com ou sem erro, raramente acontecem no mundo real. Na maioria das vezes, as ações são efetuadas em resposta a uma atitude anterior executada. Alternar a sequência de ações entre agentes permite descrever as relações sociais de forma mais realista. Tendo em mente essas observações triviais, desde que Martin Nowak e Karl Sigmund propuseram modelos de Dilema dos Prisioneiros alternativos, várias estratégias factíveis puderam ser moldadas. Isso proporcionou uma refinada descrição dos comportamentos cooperadores através de estratégias mais sofisticadas.

---

165 Veja WU, J. AXELROD, R. "How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner's Dilemma", p.1.

## Métodos de Simulação

Para poder incluir alternância de movimentos e a probabilidade de erros na repetição do Dilema dos Prisioneiros, uma forma mais precisa e compacta de apresentar os resultados e estratégias formulados foi proposta. A partir da matriz básica do Dilema dos Prisioneiros e as condições de relacionar os ganhos ( $T > R > P > S$  e  $2R > T + S$ ), os valores do modelo padrão de Axelrod,  $T=5$ ,  $R=3$ ,  $P=1$ ,  $S=0$ , foram alterados para atender a relação

$$1) (c < a) \text{ e}$$

$$2) (c - a > b - d);$$

onde “c” é igual ao pagamento que o jogador recebe quando sua opção é desertar; “a” significa o que ele recebe quando coopera; “b” é o resultado do outro jogador ao cooperar e “d” quando deserta. Logo, para o líder - o primeiro a jogar -, em uma só rodada, desertar é melhor que cooperar, enquanto para o outro, trivialmente a cooperação do líder é melhor que a deserção. Além disso, a diferença entre a deserção e a cooperação para o líder é menor do que o ganho do oponente com sua cooperação em relação à deserção.

Por conta dessas condições em que a simetria entre os jogadores é quebrada no Dilema dos Prisioneiros alternado, enquanto ambos jogam “C”, a recompensa será “a” mais “b” ( $R = a + b$ ); um “D” mútuo equivale a “c” mais “d” ( $P = c + d$ ); mas se o líder coopera e o outro deserta, aquele receberá “a” pela sua cooperação e “d” pela deserção do outro ( $S = a + d$ ); finalmente o desertor do cooperador recebe “c” e “b” ao qual é tentado ( $T = c + b$ ). O que vale dizer que existe uma equação em que

$$T + S = P + R.$$

Entretanto, essa igualdade não é satisfeita pela distribuição de valores de Axelrod, que leva ao seguinte resultado:

$$5 + 0 = 1 + 3.$$

Contudo, os ganhos  $T=4$ ;  $R=3$ ;  $P=1$  e  $S=0$  satisfazem àquela equação<sup>166</sup>. Com essa nova tabela pronta, as decisões dos agentes foram restritas a informações de umas poucas rodadas, a fim de tornar difusa a escolha entre “C” e “D” sobre as probabilidades das interações baseadas em uma memória curta. Assim, os erros de avaliação das chances de uma determinada escolha poderiam ser considerados na aplicação de uma regra<sup>167</sup>.

Em seguida, estabeleceu-se que os resultados R, S, T, e P de um jogador, na ordem em que aparecem na matriz, desde as opções “C” ou “D”, seriam numerados respectivamente como 1, 2, 3 e 4, em um conjunto de ações para um participante, onde  $p_i$  é igual ao resultado da recompensa para ambos na jogada anterior. Então, a estratégia  $p' = (p'_1, p'_2, p'_3, p'_4)$  de um jogador passa a ser descrita por meio das escolhas entre 0 e 1, para a probabilidade de cooperar. Desse modo, por exemplo, OPO pode ser instruída pela regra (1, 0, 1, 0) que manda cooperar sempre que o outro coopera (1) e desertar (0), quando tiver recebido “S” ou “P” na rodada anterior. Nos casos extremos, (0, 0, 0,

166  $T=3$ ;  $R=2$ ;  $P=1$  e  $S=0$ , que foram utilizadas na figura 1.10 do DP do capítulo 1, também correspondem a essas condições iniciais.

167 Veja NOWAK, M. & SIGMUND, K. “The Alternating Prisoner’s Dilemma”, § 2, 220-221.

0) equivale a SEMPRE D e (1, 1, 1, 1), SEMPRE C. Já RANDÔMICA é a estratégia (0.5, 0.5, 0.5, 0.5), ou sempre jogar “cara ou coroa” para saber o que fará a cada lance. PAVLOV, a estratégia vencedora na simulação simultânea com erro - ou ruído -, está contida em (1, 0, 0, 1), isto é, manter a cooperação depois de receber “R” e a deserção com “T”; trocando de posição depois de ganhar “S” e “P”.

No modelo alternado de Nowak e Sigmund, Generosa OPO (GOPO) foi vitoriosa quando variava suas ações para punição em 2/3 das vezes (1, 0, 1, 2/3). Em sua versão pura, ou determinista, GOPO também é conhecido por *FIRM BUT FAIR* (FIRME MAS JUSTO, FMJ) e joga como uma tolerante versão de OPO (1, 0, 1, 1). De fato, FIRME MAS JUSTO é um híbrido de OPO e PAVLOV.

### Lembrar o Passado

David Kraines e Vivian Kraines consideram que o Dilema dos Prisioneiros Alternado (DPA) com probabilidade de erro é a representação mais fidedigna dos encontros entre dois agentes com interesses parcialmente conflitantes. Para ampliar tal simulação a seres inteligentes, incluíram como artifício a possibilidade de se recordar até quatro resultados anteriores. Agentes com memória de quatro lances prévios podem lembrar de duas escolhas atrás feitas por si e seu oponente. De tal modo, que a seleção das estratégias poderia ser moldada como uma evolução darwiniana<sup>168</sup>.

Na maior parte das relações entre indivíduos, as decisões e suas respectivas lições são encaradas alternadamente. A execução sequencial do Dilema é exemplificada por vários modelos de interações sociais como a retribuição de trabalho entre fazendeiros que colhem suas safras em temporadas defasadas. Ter uma memória que considera as decisões passadas capacita os agentes a recordarem os resultados dos últimos encontros ocorridos entre as partes. Cada uma destas tem de escolher entre cooperar ou desertar alternadamente, durante uma longa série de movimentos indefinidos. Depois que o segundo jogador realizar sua ação, ambos recebem o ganho relativo ao resultado conjunto, como na figura 4.1<sup>169</sup>.

Figura 4.1 - DPA							
Decisão	1	2	3	4	5	6	7
Jogador I	C	...	D	...	D	...	C
Jogador II	...	c	...	c	...	d	...
Resultados							
I	...	R	T	T	T	P	S
II	...	R	S	S	S	P	T

As séries de deliberações executadas de acordo com as escolhas anteriores do outro jogador podem variar, como uma estratégia mista, a uma taxa de probabilidade relativa à seqüência ocorrida, enquanto agentes determinados cooperam ou desertam

168 Veja KRAINES, D & KRAINES, V. “Protocols for Cooperation”, § 1, p. 1.

169 Tabela adaptada de KRAINES, D & KRAINES, V. *Op. cit.*, § 2, p. 4.

com probabilidade 0 ou 1. A confusão ou erro acontecem entre agentes *falíveis*, que não são capazes de cooperar ou desertar com segurança absoluta e precisam, então, recorrer a cálculos probabilísticos para terem reveladas a frequência da cooperação<sup>170</sup>.

Os pagamentos de cada jogador também variam conforme a probabilidade de cada um cooperar e obedecem a um estado de *equilíbrio de probabilidade*, ou *cadeia de Markov*, que apresenta uma matriz com os possíveis resultados para cada tipo de estratégia mista<sup>171</sup>. O modelo adaptativo dinâmico utilizado partiu de uma população inicial distribuída uniformemente que pratica uma mesma estratégia com grande número de descendentes com uma pequena variação em relação a seus pais. Esses sucessores sobrevivem e passam suas características principais à próxima geração à medida que conseguem obter o maior ganho de sobrevivência.

De um a quatro passos, a capacidade de memorização foi testada no DPA de Kraines e Kraines. A partir do terceiro nível de memória, a estratégia tolerante AMOR BRUTO aparece entre as famílias mais bens sucedidas. AB é uma combinação de PAVLOV com OPO. Na verdade, trata-se de uma variedade estocástica de GOPO, que toma decisões variando conforme o padrão  $(1 - E, E, 1 - E, 1 - E)$ , onde  $E$  representa a possibilidade de erro entre 0 e 1 ( $0 < E < 1$ ). Intuitivamente, é um cooperador recíproco que pune deserções imotivadas e esquece as deserções de um oponente contrito. Permanece firme na punição, quando ao menos três lances anteriores não permitem identificar quem começou a deserção. Porém, ao contrário de PAVLOV não é capaz de explorar a generosidade do outro jogador, caso venha equivocadamente desertar, agindo sem remorso em favor da retomada da cooperação<sup>172</sup>.

Nas condições de aleatoriedade de DPA, as características que favoreceram a procriação foram a aptidão para cooperar com estratégias que são idênticas consigo, a capacidade de explorar cooperadores incondicionais e de resistir à exploração de quem sempre deserta. Assim, a memória ampla de jogadores inteligentes permitiria o reconhecimento de seus semelhantes, com os quais cooperariam, atuando como SEMPRE C, enquanto rechaçam todos exploradores contumazes. Memórias de quatro lances atrás, proporcionam a um cenário com 1000 agentes iniciais, ao final de 4000 gerações, com  $E = 0.01$ , comportar a formação de grupos de estratégias que usavam protocolos e convenções próprias para restabelecerem a cooperação depois de uma deserção errada. A diferença de protocolos levou cada grupo a sustentar ganhos altos entre aqueles que cooperam com seus pares do que com os de fora do grupo, por não agirem da mesma forma. Destarte, os grupos se tornaram resistentes a invasores, sendo AB uma das es-

170 Veja KRAINES, D. & KRAINES, V. *Idem*, § 3, pp. 4-6.

171 KRAINES, D. & KRAINES, V. *Ibidem*, § 5, p. 8 e NOWAK, M. & SIGMUND, K. *Op. cit.*, § 3, p. 221 utilizam a seguinte matriz para representar os possíveis pagamentos de um jogador que usa a estratégia  $p$ , contra um outro que use  $p'$ :

$p_1 p'_1$	$p_1(1 - p'_1)$	$(1 - p_1)p'_1$	$(1 - p_1)(1 - p'_1)$
$p_2 p'_3$	$p_2(1 - p'_3)$	$(1 - p_2)p'_3$	$(1 - p_2)(1 - p'_3)$
$p_3 p'_2$	$p_3(1 - p'_2)$	$(1 - p_3)p'_2$	$(1 - p_3)(1 - p'_2)$
$p_4 p'_4$	$p_4(1 - p'_4)$	$(1 - p_4)p'_4$	$(1 - p_4)(1 - p'_4)$

172 Veja KRAINES, D. & KRAINES, V. *Ibidem*, § 8, p. 14, mas antes destes NOWAK, M. & SIGMUND, K. *Op. cit.*, § 4, p. 222 já adiantavam, sem nomear AB, que tal padrão com baixo nível de ruído, em geral, sempre surge como vencedor em uma corrida evolucionária.

estratégias mais efetivas, por repelir os SEMPRE D e refazer a cooperação rapidamente com suas cópias, depois de movimentos defeituosos<sup>173</sup>.

Embora os jogadores com memória de até quatro lances tivessem apresentado resultados cooperativos avançados, alguns tipos de estratégias evoluíam para estratégias generosas ou caíam na pura deserção, como aqueles que partiam do algoritmo PAVLOV. Nem sempre ter grande memória significou ser mais vantajoso para cooperação. Com duas memórias apenas, 30% da população resultante se envolveu em cooperação, enquanto o dobro de memória avançou a cooperação apenas para 44%. A maioria dos sobreviventes, entretanto, não participava em nenhuma cooperação no final da simulação DPA realizada por David e Vivian Kraines<sup>174</sup>.

### *Modelando a Evolução*

As tentativas de imitar a evolução no computador não são exclusivas da teoria dos jogos ou da cooperação. Paralelo ao desenvolvimento dessas pesquisas, teóricos do caos e dos sistemas dinâmicos, na matemática e na física, desde os anos 1970, vinham tentando descobrir um algoritmo que reproduzisse em máquinas a diversidade de organismos presentes na natureza. O próprio John von Neumann - que, além da teoria dos jogos, foi um dos personagens principais do desenvolvimento dos computadores e da Inteligência Artificial - já havia lançado as bases para a criação de “vírus” eletrônicos, pequenos programas que eram capazes de reprodução autônoma. Von Neumann, na década dos 1950, aplicou o conceito dos *autômatos celulares*, cujo modelo havia sido desenvolvido pelo seu colega matemático, o polonês Stanislaw Marcin Ulam (1909-1984), que pretendia criar um mecanismo automático que simulasse a criatividade da evolução<sup>175</sup>.

Em termos da teoria dos caos, esses autômatos celulares formam um sistema dinâmico complexo que se multiplica em uma rede quadriculada, como um infinito tabuleiro de xadrez. Cada quadrado reage com aqueles que lhe são adjacentes, seguindo uma regra simples. Os autômatos progridem em vários estados sucessórios, conforme o comportamento de suas casas vizinhas e os seus próprios comandos internos. Ao longo do tempo, toda rede modifica sua configuração em consequência da mudança constante de estado de suas células. As informações contidas em cada autômato celular permitem a criação de organismos complexos e dinâmicos que avançam por toda rede e revelam uma estrutura global em parte dependente das regras de cada célula, mas que não pode ser estritamente determinada por estas<sup>176</sup>.

Regras diferentes produzem padrões diversificados em uma rede composta por autômatos celulares. A vida artificial, que podia surgir de jogos desenvolvidos a partir de 1970 - como o *Jogo da Vida* do matemático britânico John Horton Conway -, progredia em pesquisas matemáticas. Em 1992, no segundo congresso de Vida Artificial - promovido por Christopher Gale Langton -, a matemática complexa do *Jogo da Vida* encontrou-se com o Dilema dos Prisioneiros Iterado, apresentado no artigo do físico sueco Kristian Lindgren, que além de simples trocas de estados internos trazia os in-

173 Veja KRAINES, D. & KRAINES, V. *Ibidem*, § 10, p. 17.

174 Veja KRAINES, D. & KRAINES, V. *Ibidem*, § 18, p. 28.

175 Veja DENNETT, D. *A Perigosa Ideia de Darwin*, cap.8, § 7, p. 231.

176 Veja LEWIN, R. *Complexidade*, cap. 3, p. 63.



gredientes cruciais para interpretação da evolução, que são competição e seleção<sup>177</sup>.

Lindgren desenvolveu seu modelo tendo por base a interação entre indivíduos iniciada por Axelrod. Axelrod tinha elaborado uma variante evolutiva do DPI com o intuito de testar a robustez de OPO. Construiu uma sequência de torneios virtuais que começavam com populações compostas pelas diversas regras participantes dos campeonatos fixos anteriores. As estratégias bem-sucedidas continuavam presentes nas rodadas posteriores, ocupando cada vez mais o lugar daqueles que fracassavam nas etapas passadas. O número crescente de cópias das estratégias vitoriosas nas sucessivas gerações do torneio simulava a procriação das espécies melhor adaptadas ao ambiente.

(...) Suponha que as interações tomem a forma de um Dilema dos Prisioneiros. Quando dois animais se encontram, podem cooperar entre si, não cooperar entre si, ou um animal poderia explorar o outro. Suponha também que cada animal pode reconhecer indivíduos com os quais já tenha interagido e possa lembrar aspectos relevantes de sua intenção, tal como se o outro fosse usualmente cooperador. Uma rodada do torneio pode então ser olhada como uma simulação de uma simples geração de tal animal, com cada regra de decisão sendo empregada por um largo número de indivíduos. (...) Um dado animal pode interagir com outro animal usando sua própria regra de decisão, bem como pode aparecer um animal usando outra regra (AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, cap. 2, p. 49).

Na perspectiva ecológica privilegiada por Axelrod, nenhuma mutação poderia ser introduzida, enquanto nos modelos *evolucionários* propriamente ditos, realizados depois, permitiam o surgimento de novas regras de comportamento no ambiente das novas gerações. Jogos evolucionários de DPI, como os promovidos por Nowak, Sigmund, Lindgren e os Kraines proporcionavam inclusão de diferentes aspectos evolutivos: erros, má compreensão, mudança de resultados, dimensão territorial, migrações e adaptações à atitude do outro. Modelos mais realistas chegam agora a assumir que uma população monomórfica de estratégias pode ser ligeiramente modificada por gerações que se diferenciam aos poucos de seus ancestrais. A habilidade de sobrevivência e reprodução depende, então, da capacidade de reconhecer essas pequenas variações em seus parentes, reagindo com maior ou menor tolerância, de acordo com a magnitude das transformações.

Nos DPI evolutivos, as interações podem ser, portanto, modeladas *localmente*, como nos autômatos celulares que atuam espacialmente com seus vizinhos laterais, ou *globalmente*, quando cada indivíduo interage com todos ao longo do jogo. A dimensão espacial é a principal diferença entre esses dois tipos de jogos. A ocupação territorial muda de forma evidente de um modelo para o outro. No modelo de autômatos celulares, os parasitas podem ser rechaçados por avanços da onda espiral de alguma espécie, ou seja, regiões de estratégias cooperadoras podem resistir à exploração de trapaceiros, apresentando uma estabilidade no domínio territorial que não pode ser percebida no modelo todos contra todos<sup>178</sup>.

177 Veja LINDGREN, Kr. "Evolutionary Phenomena in Single Dynamics", in LANGTON, Ch. G et al. *Artificial Life II*, pp. 295-311.

178 Veja LINDGREN, Kr. "Evolution of Behaviour in the Prisoner's Dilemma", p. 13.

A territorialidade afeta a evolução da cooperação em vários aspectos. Quando a mistura aleatória das estratégias ocupa o espaço, a reciprocidade pode sustentar a cooperação com uma estrutura social mínima. A reciprocidade também permitiu que pequenos grupos de visitantes pudessem penetrar em uma população mesquinha (*meanies*). Diversificação social surge com a identificação de membros em um grupo; assim, a reputação pode ser construída entre as partes. O domínio de uma estratégia hegemônica passa a depender da correspondência da maioria das estratégias existentes, se for benéfica para cada um e para o todo, em geral. Por fim, a interação entre vizinhos promoveu o crescimento de estratégias que em outro cenário não poderiam subsistir - tal como a inocente SEMPRE C, que pode estabelecer regiões seguras mesmo em um cenário onde SEMPRE D prolifera, desde que os cooperadores da fronteira em contato com os desertores sejam trocados pelos bens sucedidos cooperadores do núcleo do nas próximas gerações<sup>179</sup>.

### §10. A Centopeia, Indução Reversa, o Papel do Tempo

Um dos problemas mais graves de jogos repetidos como Dilema dos Prisioneiros Iterado é o efeito da jogada final sobre o comportamento dos jogadores. A forte tendência para deserção acontece quando se estabelece de antemão um prazo fixo para o término da partida. No primeiro torneio de computadores de Axelrod, essa dificuldade não foi determinante, graças ao fato de nenhum dos programas que participaram do evento terem explorado tal propriedade dos superjogos finitos. Quando há um momento que todos sabem ser o fim do jogo, a tendência é deste ser interpretado como o jogo básico, onde as escolhas são feitas em função do ponto de equilíbrio original.

No Dilema dos Prisioneiros, cuja matriz tem seu equilíbrio de Nash na deserção mútua, sua repetição finita levaria os jogadores a fazerem suas escolhas próximos à rodada final de modo a obterem, contra suas vontades, como pagamento a indesejável punição. Pelo menos é isso o que prevê a teoria dos jogos para agentes egoístas racionais. Tudo porque em um jogo finito repetido várias vezes, o único equilíbrio de Nash existente na matriz do jogo base tende a repetir-se nos subjogos subsequentes. Por exemplo, a partir da matriz do Dilema dos Prisioneiros, o jogo imediato a seguir à deserção mútua inicial somará os resultados decorrentes dessa primeira rodada aos da nova etapa produzindo a seguinte figura:

**Figura 4.2 - DPI após Punição da 1ª rodada**

		Coluna	
		Cooperar	Desertar
Linha	Cooperar	3, 3	1, 4 c
	Desertar	1 4, 1	1 2, 2 c
Máximo coluna		→	

Quando a deserção de linha e a cooperação da coluna são somadas à matriz básica, produz-se, em seguida, essa nova figura:

179 Ver AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, cap. 8, pp.167/8 e LINDGREN, Kr. *Op. cit.*, p. 25.

**Figura 4.3 - DPI acumula P e Tentação de Linha**

		Coluna	
		Cooperar	Desertar
Linha	Cooperar	6, 3	4, 4 c
	Desertar	1 7, 1	1 5, 2 c

Máximo coluna

A possível retaliação da coluna e contrição da linha levaria então à figura abaixo:

**Figura 4.4 - P, T de Linha e Coluna acumulados ao DPI**

		Coluna	
		Cooperar	Desertar
Linha	Cooperar	6, 6	4, 7 c
	Desertar	1 7, 4	1 5, 5 c

Máximo coluna

Para finalmente, somarmos a cooperação mútua, gerando essa quarta figura:

**Figura 4.5 - DPI com P, T e Recompensa somados**

		Coluna	
		Cooperar	Desertar
Linha	Cooperar	8, 8	6, 9 c
	Desertar	1 9, 6	1 7, 7 c

Máximo coluna

Portanto, a cada nova etapa da repetição do jogo, apenas a deserção mútua se mantém como o equilíbrio perfeito nesse subjogo em todas as suas sucessivas etapas. Se a deserção perpétua (SEMPRE D), em jogos factuais e virtuais nunca é a estratégia vitoriosa, a despeito do que prediz a teoria dos jogos, a explicação aparece em evidência ao se examinar o jogo criado por Robert W. Rosenthal, em 1980, e que foi chamado de Centopeia. O modelo da Centopeia é uma ferramenta adequada para exame desse tipo de comportamento. Isso porque diferente do Dilema dos Prisioneiros, trata-se de um jogo de informação perfeita e completa e sua solução na aplicação da *indução reversa*.

Em jogos de informação perfeita, a indução reversa funciona como método prático para detecção de um equilíbrio perfeito nos subjogos de um jogo estendido. A

partir do caminho principal, que as estratégias adotaram conforme as escolhas de cada um, retorna-se à raiz passando em cada ponto de decisão (nó em uma árvore). Desde as *folhas* dos últimos ramos, segue-se em direção a sua raiz. Em cada nó é-se levado pelas melhores escolhas de um jogador até o nó anterior do outro sucessivamente. Quando se chegar ao nó unitário que deu origem ao caminho seguido as demais alternativas podem ser eliminadas, restando apenas o conjunto dos movimentos feitos por uma determinada estratégia conjunta. Assim é possível ver qual será o resultado final do jogo “retrospectivamente”, antes mesmo de começar, já que todas as informações estão postas desde o início. A indução reversa requer que haja o conhecimento comum sobre a racionalidade dos agentes. Se forem racionais, a indução reversa mostrará que o primeiro jogador, na figura 2.3 da centopeia, deverá escolher logo o caminho da esquerda em sua escolha inicial.

Todavia, se há a mínima probabilidade de um dos dois jogadores supor que o sucessor fará uma confusão, acionando “o botão errado”, o antecedente poderia fazer uma escolha diferente da prevista pelo paradoxo da indução reversa e racionalmente ir para a direita. A “mão trêmula” (*trembling hands*) do adversário poderia levar uma outra solução aceitável para a Centopeia poder andar. Sendo ou não verdade que as pessoas apelam intuitivamente para a “mão trêmula” - termo fixado para este tipo de solução -, experimentos posteriores com a centopeia raramente revelam uma jogada à esquerda do primeiro jogador<sup>180</sup>.

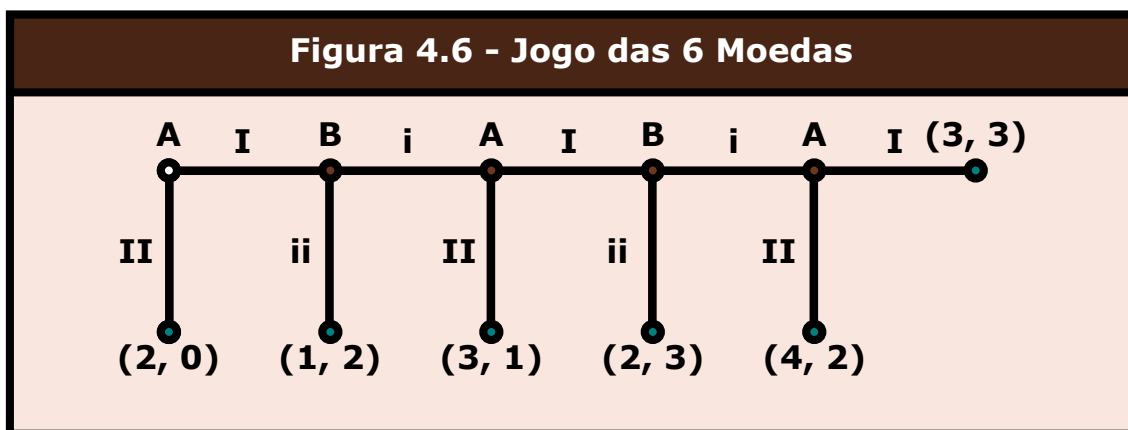
David M. Kreps promoveu várias experiências com variantes de centopeia que se chocaram com a previsão fornecida pela indução reversa. Em geral, as respostas dos líderes indicavam o risco assumido por eles, uma vez que a perda do ponto inicial não significaria uma perda tão grande, quanto à possibilidade de um ganho maior caso o segundo jogador também tivesse ambição de chegar ao 101. Haveria como que uma aposta no “espírito” cooperador do outro participante. Mas essa crença não é suficiente para manter um equilíbrio diferente daqueles do começo. Pequenas mudanças nos valores pagos que aproximassem o jogo de uma situação real podem destruir tais crenças sobre a personalidade do outro. A incerteza sobre as características do adversário levaria a situação dos fazendeiros de David Hume que se abstêm da ajuda do outro em nome da segurança e da inconfidência<sup>181</sup>.

### *Variações da Centopeia*

Em *Trust within Reason* (1998), o filósofo inglês Martin Hollis (1938-1998) imaginou o jogo sequencial como a centopeia para analisar a validade da forma de raciocínio que poderia estar por trás da indução reversa. No Jogo das Moedas, que ele preparou, um montante de seis moedas estaria à disposição de dois jogadores que teriam a possibilidade de pegar na sua vez uma ou duas moedas. Caso pegasse uma moeda, o líder a reteria para si passando a jogada para o próximo jogador. Se pegasse duas moedas, o jogo encerrar-se-ia e as quatro moedas restantes reverteriam à banca. Na sua forma completa, o jogo tem a árvore que aparece na figura 4.6.

180 KREPS, D. “**Game Theory and Economic Modelling**”, cap. 4, pp. 77-82.

181 Veja HUME, D. **A Treatise of Human Nature**, liv. III, part. II, seq. V, pp.286 e ss.



Pela indução reversa, o melhor seria “A” pegar logo as duas moedas, ao invés de esperar por quatro da última rodada, ou três - se quisesse parecer justo ao outro jogador. Sendo ambos agentes racionais, é válido pensar que o jogo terminará em seu lance inicial. Contudo, ponderou Hollis, se “A” pega apenas uma moeda pode levar “B” a pensar que há algum equívoco na sua atitude ou que não procura maximizar sua utilidade, pondo também em dúvida sua capacidade racional. Porém, uma iniciativa cooperadora como esta poderia levantar a suspeita de se tratar apenas de um ardil para chegar às quatro moedas no final, posto que nenhum agente racional preferiria três ao invés de um ganho maior. Essa segunda linha de raciocínio religaria o paradoxo da indução reversa, fazendo com que “B” termine o jogo em seu primeiro movimento<sup>182</sup>.

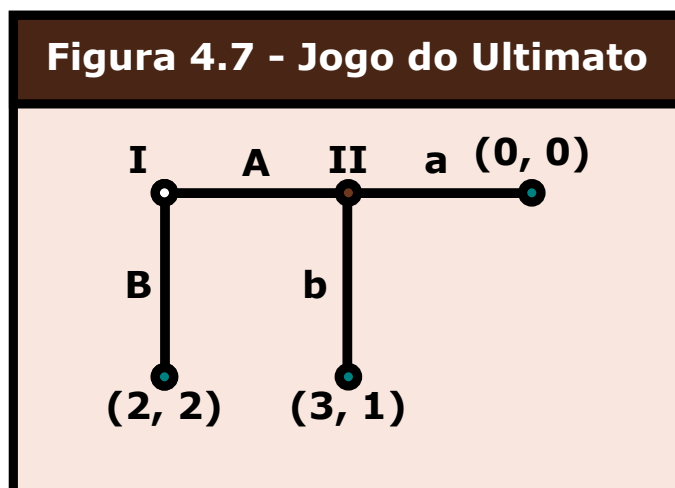
A conclusão que Hollis chegou é que a indução reversa não é uma forma inválida de argumentar contra a cooperação entre agentes egoístas racionais, mas uma maneira sutil de mostrar que não se pode determinar o comportamento de um agente com base apenas no conhecimento comum sobre sua racionalidade. Pessoas de “carne e osso” têm levado a cooperação até o final nesse tipo de jogo, repartindo meio a meio o total oferecido na maioria das vezes. Especulações sobre tal conduta indicam que haveria algo mais a ser considerado fora do aparato da racionalidade pressuposta pela teoria dos jogos. No contexto cultural de uma sociedade, o hábito ou o costume de se levar uma interação até o final poderia estar na raiz da tendência desse comportamento regular produzido pela vida cotidiana<sup>183</sup>.

De outro modo, jogos mais curtos revelam que a formação de uma reputação poderia explicar que está em questão a maneira como os agentes querem ser compreendidos no futuro. Assim, um jogo alternado, proposto pelo sociólogo norueguês Jon Elster<sup>184</sup>, ajuda entender o papel do passado e futuro nas deliberações (figura 4.7).

182 Veja HOLLIS, M. *Trust within Reason*, cap. 3, pp. 55-57.

183 Veja HOLLIS, M. *Op. cit.*, cap. 3, p. 57.

184 Veja ELSTER, J. “Some Unresolved Problems in the Theory of Rational Behavior”, p. 186.



O líder tem a oportunidade de encerrar o jogo escolhendo “B”, entretanto, por acreditar que II seja racional, deve arriscar-se a ganhar o máximo possível, deixando que este decida ficar com um ou nada ganhar. Apesar de sua racionalidade - e talvez por ser um INVEJOSO MODERADO -, o segundo jogador emprega a indução reversa e verifica que se I tivesse escolhido “B”, ambos obteriam a repartição justa de (2, 2). Nessa hora, sentimentos de indignação e ressentimento podem vir à tona, fazendo que II tenha a chance de se vingar do líder, escolhendo (0, 0). Teóricos dos jogos poderiam considerar irracional deixar-se levar por sentimentos morais como a indignação ou vergonha e buscar a vingança, abrindo mão de um ganho maior do que zero, nesses casos. Todavia, a tendência experimental pela divisão justa sinalizaria, sob o ponto de vista evolutivo, que, embora o jogo seja implementado em uma só rodada, sem repetição, a consideração da reputação de uma pessoa justa, que não aceita uma distribuição flagrantemente desigual, ou vingativa, acompanha a decisão nesses modelos de jogos. Isto se apoia em uma projeção no tempo, passado e futuro, da expectativa de comportamento por parte do outro, que não quer passar a imagem de quem aceita qualquer coisa em nome de sua racionalidade instrumental.

Em casos extremos, quando há a possibilidade de comunicação prévia entre agentes, o ultimato pode vir acompanhado por uma chantagem do líder ao segundo jogador ou deste para o primeiro, a fim de que o outro procure favorecer os ganhos do próprio chantagista. Tal como Hollis, o filósofo inglês, Simon Blackburn, afirma que nas situações empíricas concretas, os teóricos dos jogos não podem recomendar esta ou aquela maneira de jogar<sup>185</sup>.

Em casos concretos, apesar das dificuldades de descrição das situações com maior grau de complexidade, críticas como as de Blackburn não desautorizam as recomendações da teoria dos jogos para circunstâncias específicas que atendam as condições iniciais dos modelos teóricos. Para evitar as ameaças, cortar as comunicações parece ser um bom conselho geral. Para fazer crível uma promessa é bom ter construído antes uma reputação de quem cumpre a palavra e assim por diante. Por muito paradoxais que sejam as descrições e sugestões feitas pela Teoria dos Jogos, cada vez mais, biólogos evolutivos têm encontrado razões para considerá-la um instrumento de análise adequado, no sentido de explicar o processo de evolução do comportamento coope-

185 Veja BLACKBURN, S. *Ruling Passions*, cap. 6, p. 172.



rativo entre seres vivos, de um modo geral, e a emergência de algumas propriedades relevantes a isso, em particular.

Na filosofia, a aplicação dos modelos de jogos como Centopeia e o Dilema dos Prisioneiros - em suas diversas versões, pelo que foi visto até aqui, permite examinar aspectos importantes da evolução da cooperação e da equidade, bem como de sentimentos morais e da comunicação em sujeitos racionais egoístas, sem apelar para conceitos transcendentais ou metafísicos de qualquer ordem. Além dessas características, outros problemas e instrumentos têm sido acrescentados, ampliando a área de atuação da filosofia prática e sua acuidade. Resta observar mais atentamente para onde a teoria dos jogos aponta ao invés de simplesmente recusar seus métodos com argumentos precipitados sobre sua inadequação em relação à tradição filosófica.

### §11. *Bem Público e o Ultimato*

Além do Dilema dos Prisioneiros e da Centopeia, dois outros modelos de jogos têm sido objeto de vários estudos: o jogo do Bem Público e o já mencionado jogo do Ultimato. Esses dois tipos de jogos servem para analisar respectivamente o papel de um mediador e da equidade nas escolhas das estratégias. Como corolário, também são examinados seus efeitos com a conseqüente instituição de mecanismos de fiscalização, de controle, reputação, da influência cultural e da existência de um suposto *homo oeconomicus*.

Em microeconomia, um *bem público* é definido como uma externalidade, cujos benefícios ou malefícios devem ser distribuídos igualmente entre todas as partes envolvidas no consumo de seu produto ou serviço. Por externalidades entenda-se a situação em que uma ação individual afeta diretamente os outros agentes, trazendo conseqüências que lhes são boas ou más em comparação com a condição anterior. Cada um pode atribuir um valor próprio a sua porção, mas esta é fornecida e usufruída da mesma maneira por todos envolvidos. A poluição do meio ambiente, a urbanização da cidade e a segurança são exemplos de bens públicos.

Diferente dos bens privados, a utilidade individual - a satisfação que cada um tem segundo uma lista de preferências de consumo de bens - depende necessariamente da utilidade dos outros participantes. Isto é, ninguém decide sozinho a quantidade de bem que será obtida. Todos deverão consumir obrigatoriamente a mesma fração do bem público<sup>186</sup>.

O uso coletivo de um bem público abre margem para o aparecimento de oportunistas que “pegam carona” no investimento que os outros fazem na aquisição de algo que pode ser consumido em comum. Uma versão do Dilema dos Prisioneiros serve para explicar o fenômeno do carona quando um casal decide comprar uma televisão nova para seu apartamento. Um aparelho que custa \$500 pode valer a cada um \$300. Se ambos decidem dividir meio a meio, a utilidade de cada um será \$50 ( $\$300 - \$500/2$ ). Entretanto, se Coluna deixar que Linha arque sozinha com a compra da TV, seu benefício sobe a \$300, enquanto a compradora perde -\$200. Vice-versa para o caso de Linha aproveitar-se da compra incondicional de Coluna. Mas se os dois desistirem da TV, nenhum bem será repartido entre ambos, gerando por fim, a seguinte matriz.

186 Veja VARIAN, H. R. *Microeconomia*, cap. 35, pp. 691-704.

**Figura 4.8 - Bem Público**

		Coluna	
		Comprar	Não Comprar
Linha	Comprar	50, 50	-200, 300 c
	Não Comprar	300, -200	0, 0 c

Máximo coluna

A estratégia dominante na aquisição de uma TV por um casal é “não comprar”. Qualquer um que resolver comprar a TV unilateralmente verá como o outro terá todo interesse em pegar carona na despesa efetuada. Quando o número de participantes de um bem público cresce, também aumenta a tendência de novos caronas surgirem.

Testes com grupos de quatro jogadores distribuíram as quantias de \$20 para que cada um pudesse investir ou não em um fundo comum ao grupo a que fizesse parte. Cada unidade investida recebia meio por cento de juros distribuído a todos igualmente. Desse modo, se todos investem de uma vez suas dotações, receberiam cada um o dobro do montante inicial ( $0.5 \times \$80 = \$40$ ). Entretanto, devido à baixa remuneração individual, cada investidor sentiria tentado a nada aplicar e receber o rendimento do investimento dos outros jogadores no fundo comum, uma vez que este é dividido igualmente entre eles, tenham ou não feito a aplicação, considerando que basta apenas que um o faça. Todavia, se todos pensarem assim, nada seria investido no empreendimento mútuo e cada um permaneceria com os mesmos \$20 iniciais, sem nada ganhar além disso.

Experimentos contemporâneos realizados em laboratórios da Universidade de Zurique revelaram que em jogos de Bem Público repetidos por 10 rodadas sucessivas a maioria das pessoas aplica, nas primeiras rodadas, cerca da metade de seu capital, diminuindo a cada rodada até o final quando deixa de participar do fundo de investimento. Isso ocorre porque durante o jogo as pessoas aprendem que a estratégia egoísta é sua dominante. Contudo, quando uma multa é instituída como punição cobrada aos *caronas* - aqueles que se aproveitam do rendimento da aplicação alheia - se reduz drasticamente a deserção e a maioria passa a investir valores próximos a todo capital, fazendo com que a cooperação prevaleça<sup>187</sup>.

Outro exemplo da discussão sobre a repartição dos custos de um bem público ocorre nos acordos internacionais acerca da redução da emissão de poluentes na atmosfera. O protocolo de Quioto, que em 2001 já contava com assinatura de 178 nações, comprometeu os principais países industrializados a reduzirem suas emissões em pelo menos 5% em relação aos níveis de 1990 até 2012. Tal compromisso foi ratificado, em 2005, pelas partes responsáveis por mais de 55% das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) - o principal gás relacionado ao efeito estufa -, entretanto os Estados Unidos, responsável por cerca de 25% das emissões de CO<sub>2</sub> em 2000, ainda não ratificaram esse compromisso, alegando que isto acarretaria um alto custo para sua indústria nacional

187 Veja SIGMUND, K. “The Economics of Fairness”, pp. 3 e 4.

que teria de se adaptar às novas exigências ambientais. Ao deixarem de se comprometer com o tratado internacional, estes países se aproveitam do benefício comum que a redução proporcionará ao planeta, enquanto as demais partes arcam com os custos dessa mudança em seus parques industriais<sup>188</sup>.

Os países que “pegam carona” na questão ambiental impõem às outras nações um custo maior do que estas teriam se todos colaborassem na diminuição da poluição. Isso se agrava, sobretudo, quando os maiores poluidores do mundo decidem desertar (EUA e China), explorando os ambientalistas. Sem um governo global, ou um mecanismo eficaz para determinar o cumprimento do Protocolo e punir os desvios, a tendência é que haja um fracasso na melhoria da qualidade de vida frente às transformações climáticas pelas quais passa o planeta, a longo prazo. Pois, voluntariamente, pouca redução da emissão de gases deve ser esperada, se cada nação decidir que o que já foi contribuído seja o suficiente para a produção de um clima equilibrado.

A questão relativa ao Protocolo de Quioto se arrasta lentamente devido a falta de consenso sobre as causas de tal mudança climática ocorrer na Terra. Sem um compromisso e uma fiscalização, as partes podem exigir maiores explicações e justificativas para implementar sua cooperação adequadamente em um jogo do Bem Público. Nesse caso, a tentação de não cooperar e usufruir daquilo que os outros proveram é maior do que simplesmente participar na sua realização. É muito difícil que indivíduos consigam sozinhos gerar a quantidade de um bem público ótima, sem um instrumento que imponha a todos uma participação equânime<sup>189</sup>.

## §12. Pegar ou Largar

Problemas sobre equidade são abordados pela teoria dos jogos preferencialmente no modelo de jogos do Ultimato. Esse tipo de jogo foi projetado pelo economista alemão Werner Güth, por volta de 1982. No Ultimato, dois jogadores têm a chance de dividirem entre si a quantia de \$100, em notas. Mas para isso, é preciso que o primeiro jogador, o *líder*, faça uma proposta ao segundo jogador de como repartir tal valor. Se este aceitá-la, o jogo termina e os ganhos são distribuídos. Porém, caso a oferta seja recusada, os \$100 desaparecem e ambos ficam sem nada<sup>190</sup>.

De acordo com a teoria dos jogos, jogadores racionais egoístas deveriam propor e aceitar uma divisão (99, 1), posto que o primeiro maximizará seus ganhos e o segundo receberá um a mais do que zero. Todavia, essa previsão contraintuitiva falha em experimentos reais. Hal Ronald Varian registrou que testes feitos com universitários estadunidenses apresentavam, em média, uma proporção de 55% para o líder e 45% para o outro, sendo essa proposta aceita “na maioria dos casos”<sup>191</sup>.

Embora não seja uma divisão que possa ser considerada propriamente justa, como seria uma partição meio a meio, concordar com ela não deve ser considerado irracional, pois \$45 estão próximos da maximização dos ganhos esperados (\$50). Fazer

188 Veja informações sobre a emissão de CO<sub>2</sub> nas páginas do **Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)** – Centro de Informação e Análise do Dióxido de Carbono) em <http://cdiac.esd.ornl.gov/>.

189 Veja VARIAN, H. R. *Op. cit.*, cap. 35, p. 713.

190 Veja GÜTH, W., SCHMITBERGER, R. & SCHWARZE, B. “An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining”, in *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3, 367-88, 1982.

191 VARIAN, H. R. *Idem*, cap. 29, p. 575

uma oferta favorável a si mesmo é um comportamento considerado racional para o líder. A rejeição daquelas que estivessem abaixo de 33% é que seria interpretado como paradoxal da parte do segundo jogador, porque qualquer valor acima de zero seria melhor do que nada receber. Se as decisões reais do recebedor divergem da previsão teórica, as explicações adequadas para tal comportamento devem ser buscadas fora da racionalidade econômica, mas em fatores psicológicos, culturais ou mesmo genéticos.

O modelo do jogo do Ultimato foi aplicado por pesquisadores da Universidade de Princeton que pretendiam estudar o envolvimento das emoções em decisões relacionadas a ganhos de valores. Participaram dos testes 19 pessoas que foram submetidas ao exame por um aparelho de ressonância magnética, a fim de se observar que áreas do cérebro eram ativadas, enquanto procuravam chegar a um acordo sobre a divisão. Os voluntários foram informados que a divisão deveria ser feita com outras pessoas e com um computador, na mesma proporção. Metade das ofertas apuradas repartiam justamente em meio a meio, enquanto as demais tinham algum grau de desequilíbrio.

A ressonância magnética revelou que três regiões do cérebro estavam atuantes na avaliação desse tipo de oferta. Uma área no centro do cérebro, ativada frequentemente quando se percebe situações de conflitos, chamada córtex cingulado anterior, foi acionada. Além desta, a ínsula anterior esteve presente sempre que se recebia uma oferta considerada injusta. As propostas recusadas provocavam a participação mais forte dessa região, responsável pela representação de estados mentais associados à ira e à decepção. Completando o quadro, o córtex pré-frontal dorso lateral foi a área mais influente nas deliberações sobre ofertas desequilibradas. Esse órgão trabalha sempre que haja tomadas de decisões, fixando a meta a ser alcançada. Por conta disso, foi a região mais intensamente ativa nas propostas aceitas<sup>192</sup>.

A investigação antropológica que procurou detectar a presença do *Homo oeconomicus* em diversas pequenas comunidades ao redor do mundo também teve como teste principal o Jogo do Ultimato. O *Homo oeconomicus* é uma espécie fictícia inventada pelos economistas para encarnar a hipótese de que os indivíduos agem apenas em função de seus interesses pessoais e que para maximizar seus ganhos materiais, desconsideram a justiça e a reciprocidade. Esse personagem irreal já vinha tendo sua existência questionada por vários experimentos em laboratórios que apontavam os desvios dos voluntários desse comportamento padrão. Para verificar se essas variações apresentadas por estudantes universitários das sociedades ocidentais repetia-se em ambientes culturais, ainda preservados dessa forte influência comportamental, vários pesquisadores dos Estados Unidos e da Europa distribuíram formulários a colegas em 12 países espalhados em cinco continentes. Foram recrutados voluntários em 15 pequenas sociedades que aparentavam comportamentos culturais e econômicos variadas sob condições diferentes umas das outras. Grupos de caçadores e coletores; nômades, sedentários e pequenos agricultores foram pesquisados.

Tais comunidades jogaram o Ultimato, o Bem Público e também no terceiro jogo chamado Ditador<sup>193</sup>. Os resultados mostraram que o modelo canônico do *Homo oeconomicus*

192 SANFEY, A.G. et al. "The Neural Basis of Economic Decision Making in the Ultimatum Game", in *Science*, 300, pp. 1755-1758, 2003.

193 O jogo do Ditador é uma variante radical do Ultimato que permite ao líder dividir a quantia segundo sua própria

*micus* não resistia em nenhuma sociedade estudada. Esse padrão não é capaz de prever a ampla variedade de comportamento encontrada nas diversas sociedades. O grau de organização econômica – a presença de práticas comerciais em interações de mercado – interfere diretamente no nível de cooperação observado. O nível econômico do indivíduo e variáveis demográficas não foram suficientes para explicar o comportamento de cada povo. E, por fim, o comportamento econômico da vida cotidiana transparecia nos resultados experimentados nessas sociedades<sup>194</sup>.

O jogo do Ultimato é jogado de uma só vez. Sob esse aspecto, o comportamento empírico dos seres humanos que conflitavam com a recomendação teórica da repartição egoísta parece ser contraditório. Entretanto, se for jogado repetidas vezes o Ultimato permite que se perceba a evolução da equidade, tal como o Dilema dos Prisioneiros Iterado promovia a emergência da cooperação. A possibilidade do líder obter alguma informação sobre as respostas anteriores feitas pelos recebedores mudaria radicalmente a configuração das ofertas propostas.

Martin A. Nowak, Karen Mary Page e Karl Sigmund realizaram pesquisas com uma variante do Jogo do Ultimato informado que teve como conclusão a compreensão do papel chave da formação da reputação na escolha de soluções “justas” para esse tipo de situação. A consolidação de uma imagem de alguém que rejeita ofertas baixas, ao invés de ser meramente considerada uma resposta emocional, pode ter sido privilegiada a longo prazo, por proporcionar ganhos próximos do ótimo de Pareto aos recebedores de tais propostas ao longo da evolução. Isso explicaria a revolta que muitos sentem ao receber “esmolas” ou “migalhas” dos outros. Explicaria também o fato de muitos rejeitarem ofertas mesquinhas, mesmo sem nunca terem jogado esse tipo de jogo antes<sup>195</sup>.

Geneticamente as pessoas moderadas invejosas teriam a seu favor uma reputação que obrigaria um comportamento real justo de quem se aproximasse para propor alguma interação que o envolve na solução. A manifestação de tal gene ocorreria com clareza na forma simultânea do ultimato criada por Thomas Schelling, em *The Strategy of Conflict*, quando duas pessoas são obrigadas a dividir \$100 entre si. Postos separados e sem nenhum contato que permita a comunicação prévia entre eles, deveriam decidir como partir o montante de modo que as propostas discordantes ocasionaria a perda do valor disponível. O ponto focal neste caso recai na solução justa meio a meio, não só por causa da média aritmética óbvia, mas porque a maioria se vê como composta por seres semelhantes que não aceitariam nenhuma proposta que lhe fosse desfavorável<sup>196</sup>.

Ao lado do Dilema dos Prisioneiros, os Jogos do Bem Público e do Ultimato foram dois modelos que contribuíram decisivamente para o entendimento mais preciso do comportamento humano. Cooperação, reciprocidade, justiça, equidade e altruísmo ganharam contornos de conceitos científicos passíveis de ser detectados por experimentos em laboratório e no campo. Um grau de precisão que a filosofia não tinha obtido em mais de dois mil anos de debates intrusos.

---

vontade, destinando uma fração a um recebedor passivo que não pode rejeitar os valores propostos

194 Veja HENRICH, J. et al. “In Search of Homo Economicus”, pp. 73-74

195 Veja NOWAK, M. A, PAGE, K.M & SIGMUND, K. “Fairness Versus Reason in the Ultimatum Game”, p. 1774.

196 Veja SCHELLING, Th. *The Strategy of Conflict*, cap. 3, p. 57.

### §13. Computadores X Estudos Acadêmicos

O desenvolvimento de computadores ou máquinas inteligentes é algo que sempre esteve na agenda de filósofos visionários, pelo menos desde quando Platão começou a elaborar uma teoria do conhecimento em seu diálogo *Teeteto*. As teorias da mente estavam por detrás desse tipo de investigação sobre o entendimento humano tornaram mais nítida a vinculação de mecanismos inteligentes ao comportamento dos seres vivos, a despeito do que pensava o mecanicista René Descartes (1596-1650)<sup>197</sup>. Mas a invenção de autômatos reais ou virtuais não era exatamente uma inovação moderna. Mecanismos sofisticados já haviam sido usados por gregos do século I a.C. para calcular a trajetória dos astros visíveis – como a calculadora mecânica descoberta em restos de naufrágio próximo à ilha Antiquitera, no mar Egeu.

O materialista Thomas Hobbes não tinha dúvidas que seu *Leviatã* descrevia a constituição de um “homem artificial” que reproduzia o comportamento de todo um corpo social formado pelo somatório das ações de cada cidadão<sup>198</sup>. Para tanto, bastava uma leitura atenta do ser humano. A observação detalhada de si mesmo deveria permitir que fosse exposta claramente de maneira ordenada, o conhecimento do gênero humano. A partir desse exame empírico da matéria, poder-se-ia concluir, entre outras coisas, que o entendimento não passa de uma imaginação decorrente do uso das palavras, que é comum tanto aos homens quanto aos animais, e por extensão as máquinas também.

Desde o início do século XVII, graças ao avanço da arte da relojoaria, tentativas de construir esses mecanismos tiveram grande divulgação. Na França, Jacques de Vaucanson (1709-1782) construiu vários tocadores de flauta transversa, pífaros, tambor, bem como seu famoso “pato” que batia asas, nadava, comia grãos e depois os expelia. Seu conterrâneo, Julien Offroy de la Mettrie (1709-1751), chegou a ser banido, por sustentar, no livro *L’Homme Machine (O Homem Máquina, 1747)*, que “a alma é apenas um termo vão sem qualquer significado. Concluamos então audaciosamente que o homem é uma máquina”<sup>199</sup>.

Por volta de 1833, o matemático inglês Charles Babbage (1792-1871) trabalhou no projeto de uma máquina de calcular, cujas características principais antecipavam o arranjo dos primeiros computadores eletrônicos. Ela era composta por uma porta de entrada de dados; uma memória de armazenamento de informação; uma unidade matemática, para operar os cálculos; uma unidade de controle, que indicava quando e como usar a informação, e um dispositivo de saída de dados, que fornecia as respostas impressas. O processo de computação utilizaria cartões perfurados com informação codificada, tal como os teares mecânicos inventados pelo francês Joseph-Marie Jacquard (1752-1834), em 1801. Embora a Inglaterra vitoriana não tivesse condições industriais para produzir as peças sofisticadas necessárias à construção da “máquina diferencial” de Babbage, como ela ficou conhecida, o estatístico estadunidense, Herman Hollerith (1860-1929), pôde fabricar máquinas de somar que foram utilizadas para separar, contar e catalogar os resultados do censo de 1890 três vezes mais rápido

197 Apesar de ser um dos pioneiros do mecanicismo, Descartes considerava praticamente impossível a construção de autônomos que pudessem agir pelo conhecimento, devido ao fato de não possuírem órgãos suficientes para atuarem da mesma maneira que os humanos (veja DESCARTES, R. *Discurso do Método*, part. 5, p. 57).

198 HOBBS, Th. *Leviatã*, introdução, p. 5.

199 DE LA METRIE, J.O. *L’Homme Machine*, apud CHANGEUX, J-P. *O Homem Neuronal*, cap. 2, p. 47.



que as máquinas convencionais de então. Mais tarde, mecanismos semelhantes ao de Hollerith passaram a ser empregados em contabilidade e negócios, em geral, utilizando os cartões perfurados que só foram superados 90 anos depois pelas fitas magnéticas. Nesse ínterim, ele fundou a *Computing Tabulating Recording Company* (CRT) que se fundiu a outras empresas para formar a *International Business Machine Corporation* (ou simplesmente: IBM).

Simultâneo aos avanços desses equipamentos, George Boole (1815-1864), matemático inglês, procurava associar as leis básicas do pensamento aos princípios da lógica com o intuito de eliminar as ambiguidades da linguagem natural. Em 1847, Boole apresentou, no opúsculo *The Mathematical Analysis of Logic (A Análise Matemática da Lógica)*, um sistema que consiste num conjunto de símbolos, cujos operadores disjuntivo, conjuntivo e negação correspondiam, respectivamente, aos sinais “+”, “.” e “-” que formavam expressões de valores verdadeiro (“1”) ou falso (“0”) com variáveis “a”, “b”, “c” etc, representando proposições de um conjunto de sentença “S”. A álgebra booleana permitia que o raciocínio fosse processado sem qualquer relação a conteúdos particulares e específicos, ao mesmo tempo que garantia a postulação de axiomas para identidade, associatividade, comutatividade, distributividade, complementação e todas operações básicas do pensamento. A teoria de Boole prosseguiu de forma mais sistemática na obra *A Investigation of the Laws of Thought (Uma Investigação das Leis do Pensamento, 1854)*, a qual Bertrand Arthur William Russell (1872-1970) atribuiu a descoberta da matemática pura<sup>200</sup>.

A aplicação da álgebra booleana aos circuitos eletrônicos só foi possível depois de Claude Elwood Shannon (1916-2001) concluir, em 1938, sua dissertação de mestrado, intitulada “*A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits*” (*Uma Análise Simbólica dos Circuitos de Interruptores e Relés*). Shannon adaptou as ideias de Boole ao chaveamento de circuitos telefônicos, associando os estados aberto e fechado dos interruptores, respectivamente, aos valores falso e verdadeiro das equações lógicas. Esse esforço de tradução de uma linguagem formal para um aparato físico, facilitou a formulação de projetos e a construção de maquinário eletrônico a um custo menor. Desde então, a fabricação de circuitos eletrônicos, bem como posteriormente, os programas deveriam levar em conta instruções em linguagem de máquina sob o ponto de vista formal da lógica e não pelo acúmulo de operações e números da aritmética.

### *Jogo da Imitação*

Toda discussão em torno da capacidade de máquinas reproduzirem a cognição humana, no século XX, teve como eixo o argumento de Alan Turing (1912-1954) apoiado no seu famoso Jogo da Imitação. O objetivo era tentar mostrar como máquinas inteligentes poderiam reproduzir com perfeição o comportamento humano a ponto de se tornarem indiscerníveis um do outro. Isto é, à percepção de um observador humano, não seria possível dizer qual ação teria sido determinada por um algoritmo ou se fora fruto do livre arbítrio de uma mente humana<sup>201</sup>.

Na filosofia, computadores surgiram como um tema central da Inteligência Artificial e da Teoria da Mente. Fora desse âmbito restrito, têm sido usado tão somente

200 Veja GARDNER, H. *A Nova Ciência da Mente*, pp. 157-158.

201 Veja TURING, A. “*Computação e Inteligência*”, pp. 21-23.

como máquinas datilográficas de luxo por aqueles que não sentem horror ao desenvolvimento da tecnologia, como os heideggerianos. Entretanto, cada vez mais as ciências que estudam o comportamento humano têm utilizado essas máquinas como instrumentos úteis para simulação de determinadas práticas que, ao lado dos testes laboratoriais feitos com voluntários humanos, ajudam a compreender melhor a emergência de atitudes cooperativas, sentimentos de justiça, indignação ou mesmo de instituições como Estado ou a polícia.

Apesar das críticas emocionais, nem sempre razoáveis, que surgem contra esse tipo de abordagem, os computadores estão se fixando como mecanismos valiosos para refutação de hipóteses filosóficas que de outro modo permaneceriam eternamente em meio à especulação sobre sua viabilidade prática. Computadores, desde o início, serviram como modelo para compreensão de particularidades das faculdades cognitivas. No Jogo da Imitação de Turing, uma máquina e uma pessoa ocupariam o lugar de um homem ou uma mulher, enquanto um interrogador, localizado em uma outra sala deveria adivinhar o sexo de quem respondia suas perguntas. A melhor estratégia para uma máquina seria tentar oferecer de forma “natural” as respostas como se fosse um ser humano. Turing acreditava que um computador com capacidade de memória conveniente – em torno de 1 *gigabite* – poderia imitar o comportamento humano nesses exames tão bem que uma pessoa comum não seria capaz de fazer uma identificação correta com 70% de probabilidade, em menos de cinco minutos de teste<sup>202</sup>.

O teste de Turing visava encontrar um método para determinar se máquinas poderiam pensar, mas dependia de uma percepção de terceira pessoa sobre o desempenho teatral. Esse aspecto intersubjetivo do jogo de imitação foi criticado pelo filósofo da linguagem John Richard Searle, como insuficiente para definir se o programa embutido na máquina compreende ou não aquilo que responde ao interrogador. Em 1980, Searle escreveu o artigo “*Minds, Brains and Programs*” (*Mente, Cérebro e Programas*), no qual lançou a distinção das pesquisas que visavam esclarecer os processos mentais, como causas do comportamento das partes do cérebro – ou IA fraca -, daquelas que consideravam o cérebro como um computador e a mente o seu programa – a IA forte. Para Searle, a IA fraca permite a harmonia entre as abordagens biológicas e o que se sabe sobre o mundo, enquanto a IA forte, ao tentar criar mentes artificiais estaria condenada ao fracasso, pois nenhum programa de computador seria suficiente para fornecer um sistema inteligível<sup>203</sup>.

Nesse artigo, Searle apresentou o experimento mental batizado de “quarto chinês”, como um contra-exemplo às pretensões dos partidários da IA forte. Um falante de uma língua ocidental – o português, no nosso caso – é isolado numa sala que contém vários símbolos em mandarim – língua oficial da China -, cujo significado ele desconhece. Sobre uma mesa, há um manual em português com regras de como o “lusófono” deve entregar os símbolos corretos, toda vez que determinados cartões, em mandarim, lhe forem mostrados. Desse modo, observando no manual a correlação específica entre os sinais recebidos e os enviados, a pessoa dentro da sala, induz o destinatário de seus cartões, do lado de fora, falante do mandarim, a acreditar que ele compreende sua língua. No entanto, o falante do português trancado na sala, na verdade, não en-

202 Veja TURING, A. “Computação e Inteligência”, § 6, p. 34.

203 Veja SEARLE, J. R. *Mente, Cérebro e Programas* pp. 65-68.

tende uma palavra em mandarim. Tudo que ele faz é seguir as instruções contidas no manual. Moral da história: se o manual, semelhante ao programa de um computador, não ensina palavra alguma em outra língua ao leitor, então nenhum computador, ao executar um programa, compreende o conteúdo daquilo que está sendo processado. Tal como o personagem na sala, o computador apenas segue as instruções formais para manipular símbolos em uma sintaxe correta, sem compreender seu significado semântico<sup>204</sup>.

Com isso, Searle atacava a pretensão de que o teste de Turing fosse suficiente para atribuir corretamente uma mente a máquinas, pois seu desempenho poderia ser uma mera imitação formal, sem entendimento do conteúdo da ação. Por apresentar apenas um comportamento sintático formalmente correto, o computador não conhece a semântica, o contexto real de sua atuação, ou a intenção de seus estímulos ou respostas<sup>205</sup>.

A inspiração do “quarto chinês” é uma adaptação de experimento semelhante imaginado por Ned Block no artigo “*Troubles With Functionalism*” (*Problemas com o Funcionalismo*, 1978). O chamado “ginásio chinês” reunia, num estádio maior que o Maracanã, milhões de pessoas para que elas transmitissem sinais umas às outras, por meio de rádios de fala-escuta – numa analogia ao funcionamento dos neurônios. Assim, seguindo uma série de regras, a multidão conseguiria responder a perguntas sobre histórias em mandarim, embora o ginásio não entendesse uma palavra dessa língua. É curioso notar que a intenção de Block era defender a teoria computacional do cérebro, o oposto do que Searle propôs. Contra o conexionismo, Searle diz que as conexões correspondentes às sinapses neurais não simulam as propriedades causais que provocam a sua compreensão, por mais perfeita que seja a emulação do funcionamento do cérebro. Falta-lhes habilidade para produzir estados intencionais. Para Searle, “o que quer que seja a intencionalidade, é um fenômeno biológico o qual deve ser tão causalmente dependente da bioquímica específica de suas origens como o é a lactação, a fotossíntese ou quaisquer outros fenômenos biológicos.”<sup>206</sup>.

Um dos paradigmas da Inteligência Artificial forte atacada por Searle eram os programas de xadrez, que na época de Turing ainda eram muito precários. Anos depois, filósofos como Hubert Lederer Dreyfus, precipitavam-se em dizer que esse tipo de programa jamais chegaria a vencer a habilidade humana para jogar xadrez. O tempo passa e, em 1997, com a vitória do computador Deep Blue sobre o enxadrista russo Garry Kasparov, mais esse mito filosófico cai por terra.

### *Imitação da Vida*

Pouco a pouco, a evolução dos programas foi superando os obstáculos cognitivos a ponto de computadores terem se tornado modelo de racionalidade para tal como nos primeiros conceitos de razão na modernidade adotados por lógicos e filósofos da teoria do conhecimento. Os computadores serviram também para elaboração de programas que buscavam simular não só um tipo de inteligência, mas a própria reprodução da vida no planeta. A teoria matemática dos sistemas dinâmicos, na física, procurou explorar as analogias dos ciclos de ascensão e queda de organismos vivos e sociedades

204 Veja SEARLE, J. R. *Op. Cit* pp. 68-71.

205 Veja GARDNER, H. *ibidem*, pp. 187-188.

206 SEARLE, J. R. *Idem*, p. 92

em modelos de jogos que representariam o processo de desenvolvimento da vida real.

O jogo da Vida, de John Horton Conway, trabalhava a ideia de uma máquina de Turing que visaria passar no teste de simulação do aparecimento, sobrevivência e morte de sistemas complexos, como a vida, a partir de um conjunto de regras simples. A imitação da vida, tal como da inteligência trouxe a possibilidade de se usar os computadores como instrumentos adequados para o exame de hipóteses acerca dos algoritmos que poderiam estar por detrás do desenvolvimento dos principais fenômenos biológicos evolutivos.

No modelo de Conway, *leis genéticas* de nascimento, reprodução e morte descreveriam a forma com que organismos ocupariam um território, tal como autômatos celulares em um tabuleiro infinito (de Go ou de Xadrez, com as casas de uma mesma cor). Cada célula ocupada desta tabela representaria um organismo que interage com as oito casas que a cercam. Passam à geração seguinte – próximo movimento do jogo – os pontos adjacentes a duas ou três casas ocupadas. Com quatro ou mais vizinhas, a superpopulação extingue o respectivo ponto. Enquanto o ponto solitário ou com apenas um vizinho desaparece pelo isolamento. Novos organismos surgem sempre ao lado de três vizinhos exatos. Com base nessas regras, três cenários poderiam surgir: nenhum padrão conseguiria avançar indefinidamente; aparentemente os padrões formados cresceriam sem limite; ou se dispersariam até desaparecerem completamente ou congelariam ou cairiam em um ciclo eternamente oscilante. De todos cenários possíveis, Conway concluiu que nenhuma configuração inicial com um número finito de organismos conseguiria progredir indefinidamente sem chegar a um limite<sup>207</sup>.

A vida no computador, tendo por modelo autômatos celulares, com regras simples de geração e extinção, reproduziu o conhecido padrão cíclico das populações descoberto pelos matemáticos Lotka e Volterra<sup>208</sup>.

(...) O ciclo, que é o padrão mais conhecido na biologia das populações, descreve a interação entre populações de uma espécie predadora e sua presa. Com essa população estabelecida de presas, a população de predadores aumentará. Finalmente, os predadores começam a exercer um sério impacto na população de presas, que começa a diminuir.

Com menos presas para comer, os predadores começam a sofrer e sua população diminui. Liberta da pressão dos predadores, a população de presas agora tem um impulso, seguida pela população de predadores. O ciclo de ascensão e queda das populações continua indefinidamente (...) (LEWIN, R. *Complexidade*, cap. 5, p. 119).

O movimento cíclico que aparece nitidamente no jogo da vida emerge também no jogo dos Pombos e Falcões repetidos por Richard Dawkins, Maynard-Smith e Robert Trivers. Nos computadores, três teorias cruciais desenvolvidas no século XX têm o ambiente propício para os seus encontros e desdobramentos. Inteligência Artificial,

207 Veja GARDNER, M. *Mathematical Games*, pp. 120-123.

208 O estadunidense Alfred James Lotka (1880-1949) era químico, matemático, demógrafo e físico nascido na Áustria e o italiano Vito Volterra (1860-1940) era matemático e durante a I Grande Guerra trabalhou para a Força Aérea da Itália, ambos construíram um modelo matemático utilizado pelos teóricos do caos e da biologia.

Teoria do Caos e dos Jogos abordam de modo complementar os aspectos particulares de uma teoria geral sobre o surgimento, sobrevivência e destruição dos organismos vivos. Por meio de computadores, de hipóteses simples podem ser extraídas consequências complexas em geral. Tal instrumento, mostrou como características locais, em larga escala, poderiam fazer surgir “propriedades emergentes” das interações entre indivíduos em um sistema global<sup>209</sup>.

O uso de computadores na avaliação de hipóteses facilita a observação de discrepâncias de conclusões consideradas razoáveis de estudos meramente acadêmicos e dedutivos. Axelrod chamou atenção para os equívocos de deduções tiradas das análises acadêmicas feitas sobre a estratégia RETALIADOR PERMANENTE. Alguns ensaios consideraram que RP possuiria as condições mínimas para sustentação da cooperação e da confiança. Contudo, os torneios de computadores de Axelrod, onde RP participou, revelaram que se trata de uma estratégia perigosa, uma vez que teria ficado nas piores colocações entre as estratégias gentis – aquelas que começam cooperando<sup>210</sup>.

Essa discussão ilustra dois princípios. Primeiro, que fazer bons conselhos depende não apenas das propriedades dedutíveis da estratégia em questão, mas também das condições exatas sob as quais a estratégia será usada. Em um mundo de agentes adaptativos, mesmo um jogador plenamente racional precisa levar em consideração o que o outro jogador está provavelmente experimentando ao invés de otimizando. Segundo simulações oferecem uma rica possibilidade para checar a eficácia das ideias estratégicas em ambientes que são altamente diversos (AXELROD, R. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”, p. 15).

Todo trabalho sobre o comportamento feito em laboratórios de informática tem servido para testar hipóteses que filósofos mais atentos, como o estadunidense Daniel Clement Dennett, têm considerado válidas e estimulantes, até mesmo para questões éticas. Fatores como o reconhecimento mútuo, comunicação e reciprocidade têm se mostrado como condições necessárias para o processo de evolução da moral<sup>211</sup>, por exemplo. Embora o mecanismo dos jogos não seja adequado para formulação de leis científicas deterministas, este pode ser utilizado corretamente na preparação de explicações probabilísticas de procedimentos difíceis de ser definidos intuitivamente pela mera observação dos fenômenos sociais. Com a teoria dos jogos, é possível compreender quais são os principais componentes a serem considerados em uma relação entre dois ou mais agentes racionais e as possíveis consequências de seus atos. No sentido definido por Luce e Raiffa, a teoria dos jogos e seus modelos computacionais não devem ser entendidos como propositores de normas absolutas da maneira pela qual as pessoas se comportam ou deveriam agir. Porém, sua função tem sido até agora prescrever as linhas de ação viáveis, caso as partes desejem atingir os fins específicos.

(...) Ela prescreve para dadas hipóteses cursos de ação para atender os resultados que tenham certas propriedades formais “ótimas”. Tais propriedades podem ou não ser consideradas pertinentes em algum dado conflito de interesses no mundo

209 Veja AXELROD, R. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”. *Analyse & Kritik*, p. 10.

210 Veja AXELROD, R. *Op. cit.*, pp. 11-12. RP ficou em sétimo lugar no primeiro torneio e em 52º no segundo.

211 DENNETT, D. Cl. *A Perigosa Ideia de Darwin*, cap. 16, § 3, p. 505.

real. Se eles forem, a teoria prescreve as escolhas que precisam ser feitas para alcançar o ótimo (LUCE, R. D. & RAIFFA, H. *Games and Decisions*, cap. 4, § 4.3, p. 63).





# **II parte**

# **Modelos de Jogos**

# Capítulo 5

## Dilema dos Prisioneiros Iterado

A té agora, a discussão feita sobre a Teoria dos Jogos e a Teoria da Cooperação procurou apresentar os conceitos principais e os princípios mobilizados na modelagem da interação entre agentes racionais seja por meio de matrizes, seja na forma estendida de árvores de Kuhn. De imediato, procurou-se mostrar os antecedentes históricos dessas teorias, levantando suas principais obras e autores. Logo em seguida, o segundo ponto tratou de revelar como são construídas as tabelas da forma estratégica e da forma extensiva que permitem que sejam feitas abordagens diferentes na interpretação de um mesmo jogo que tem características próprias que são reveladas quando jogados simultaneamente – nesse caso as matrizes são a melhor forma de representação – ou quando há uma sucessão de movimentos alternados entre os jogadores – situação que se descreve adequadamente no esquema de uma árvore.

Depois disso, passou-se à definição dos conceitos de estratégia dominante, ponto de sela, equilíbrio, estratégias mistas e solução maximin. Foram exibidos exemplos e técnicas práticas ou intuitivas para detecção das estratégias que podem determinar o fim de um jogo, ou marcarem precisamente o seu desenvolvimento. A primeira unidade encerrou-se com um ponto problemático para essas teorias que se encontram na concepção de racionalidade. A imagem de jogadores que atuam como se fossem agentes racionais egoístas trouxe alguns paradoxos para a busca dos resultados que maximizassem sua utilidade. Ao agirem assim, em situações como a do Dilema dos Prisioneiros, tudo que os envolvidos conseguiriam seria um resultado abaixo do ótimo de Pareto para todas as partes. Questionamentos iniciais sobre a psicologia dos agentes naturais, levantados pelo economista francês Maurice Allais obrigaram a formulação de novos conceitos que compuseram a teoria das perspectivas (*Prospect Theory*), cuja explicação desses problemas subjetivos dos agentes racionais frente ao risco garantiu a distinção do prêmio Nobel de Economia para Daniel Kahneman, em 2002.

No segundo capítulo, fez-se a abordagem de um assunto específico em que se trata do papel da comunicação na solução de jogos. Nesse momento, quando ameaças, acordos obrigatórios, informação perfeita e os principais conceitos relativos aos temas comuns à teoria dos jogos e da comunicação surgem para estabelecer uma aproximação

entre essas duas teorias. Os principais conceitos comuns dos Jogos com Comunicação e da teoria filosófica da comunicação foram listados a fim de estabelecer as correlações e divergências entre essas duas interpretações dos fenômenos comunicativos. A aplicação dos principais conceitos dos Jogos com Comunicação aos modelos tradicionais da teoria dos jogos e às situações próprias de jogos falados levaram a uma nova compreensão dos eventos comunicativos. A racionalidade instrumental pode ser compreendida como sendo uma atividade mental básica que pode ser complementada pela razão comunicativa. Os modelos de jogos com comunicação servem para revelar os limites da ação comunicativa e estabelecer o contato entre as duas formas de racionalidade.

A seguir, foi introduzida a Teoria da Cooperação elaborada por Robert Axelrod que utiliza o modelo do Dilema dos Prisioneiros repetido várias vezes, como um superjogo, para avaliar como a cooperação pode emergir entre agentes egoístas. Superjogos têm como característica a produção de uma infinidade de estratégias em equilíbrio. A Teoria da Cooperação de Axelrod permitiu que se encontrasse um método para seleção de um ponto de equilíbrio entre tantos concorrentes. Nesse sentido, a interpretação da evolução pelos modelos de jogos foi desenvolvida por meio de torneios de computadores. Os torneios de computadores elaborados por Robert Axelrod serviram para renovar a interpretação sobre a origem da cooperação entre seres racionais ou não considerados egoístas. Através desses torneios várias estratégias foram examinadas, a fim de encontrar aquelas que fossem mais propícias à fomentação do comportamento cooperativo.

Apesar dos torneios de computadores elaborados por Robert Axelrod terem trazido novas luzes sobre a forma que a cooperação pode surgir entre seres egoístas, o modelo padrão do Dilema dos Prisioneiros Iterado recebeu várias críticas. Muitos sugeriram alternância nos movimentos, possibilidade de erro e lances feitos de acordo com uma taxa de variação. Mudanças significativas na montagem da simulação em computadores ajudaram a tornar mais realistas as estratégias vitoriosas em um Dilema dos Prisioneiros Iterado. Alternância dos movimentos, possibilidade de erro e outras características desenharam programas mais sofisticados que funcionavam bem em um cenário, mas não em outros.

O Dilema dos Prisioneiros Iterado passou por uma história de transformações e adaptações às características que procuravam refinar cada vez mais sua descrição das relações entre agentes racionais. Ruído, troca de papéis e evolução foram ingredientes importantes nessa sofisticação do modelo de DPI que revelaram detalhes que antes não poderiam ter sido discutidos. Além desse dilema, outros jogos foram modelados para avaliar com maior precisão os paradoxos encontrados. O jogo da Centopeia é um deles. A centopeia permite examinar o papel do tempo e da indução reversa como fatores a influenciar o comportamento de agentes racionais, nem sempre intuitivamente aceitáveis.

Para realizar os experimentos com esses modelos de jogos, o uso de computadores foi o instrumento privilegiado seja assumindo o papel de um jogador fictício, seja como meio pelo qual as jogadas eram feitas entre os agentes. Além da Teoria dos Jogos e da Cooperação, os computadores trouxeram grande contribuição ao debate filosófico do século XX em diante. Na Inteligência e Vida Artificiais, na disputa do Dilema dos Prisioneiros Iterado, a computação permite entender e testar hipóteses que de outro

modo permaneceriam infundadas no campo da especulação dos estudos acadêmicos. Com isso, a teoria da mente e a filosofia prática tiveram um campo novo aberto pelos computadores que ainda tem muito por ser explorado pelos filósofos.

Os jogos do Bem Público e do Ultimato são dois outros modelos de interações estudados pela teoria dos jogos que permite a avaliação de fatores importantes para o florescimento da cooperação como a instituição de mecanismos de controle e sentimentos de justiça e equidade. Através desses exemplos trabalhados em testes laboratoriais e de campo pôde-se verificar as dificuldades de aceitação das hipóteses mais fortes da teoria sobre a existência de um imaginário *homo oeconomicus*, cuja racionalidade estratégica por vezes tem de ceder aos sentimentos de justiça e reputação. Sentimentos esses que foram consolidados na história evolutiva da espécie humana ou na forma como a sociedade restringe os efeitos da exploração entre seus membros.

### *Modelagem dos Principais Jogos e suas Consequências*

Nesta segunda parte, segue-se uma abordagem mais detalhada dos métodos utilizados para o emprego dos principais modelos de jogos que foram sumariamente descritos na primeira parte. A defesa da simulação, como uma nova forma de apoiar ou refutar as hipóteses levantadas, é exposta logo em seguida a essa recapitulação. As linguagens de computador mais adequadas para iniciantes e pesquisadores avançados são sugeridas. Depois, as estratégias derivadas da famosa OLHO POR OLHO são também discutidas como uma família de estratégias que tem seu uso otimizado em situações específicas. Estratégias híbridas e da família *pavloviana* também são confrontadas. Ao final do capítulo, então, desenvolve-se o debate em torno das principais condições que o DPI precisa satisfazer para que surja a cooperação entre indivíduos racionais.

Com o capítulo seis, os modelos do Jogo dos Bens Públicos trabalhados por diversos autores são montados como ferramenta adequada para análise e implicações do comportamento de um agente que assuma o papel do *carona*. Tal como na definição de David Hume para a personalidade do patife esperto, a figura do carona tornou-se na Teoria dos Jogos o representante desse tipo de conduta nociva à cooperação que visa produzir um bem comum. Para resolver os problemas causados pela atuação desastrosa desse ator, ao contrário do que talvez pensasse Hume, faz-se necessário a punição e a presença de um terceiro elemento, ou uma instituição como o Estado para obrigar o cumprimento dos acordos. Só assim a cooperação poderá ser considerada viável, em situações como a formalizada pelo Bem Público.

Em seguida, o Jogo do Ultimato, apresentado em seus diversos experimentos, coloca em maior relevo o papel da reputação que não poderia ser detectado claramente nos dois modelos anteriores. Sua formulação simultânea e sem comunicação prévia, antecipada por Thomas Schelling, tem na solução justa de um *ponto focal* a possibilidade de compreensão de um sentimento inato de justiça que pode ser a manifestação de algum caráter específico em vez de ser apenas uma conclusão aritmética adequada. Com essa observação em mente a pesquisa que revelou a ausência de um suposto “homem econômico” - imaginado pelos teóricos dos jogos -, em meio à sociedade pode também vir a reforçar a hipótese do sentimento de justiça inato, bem como o papel das práticas sociais atuando sobre as deliberações dos indivíduos. Destarte, será oportuno

aportar as condições que surgem no Ultimato para o aparecimento e atuação da equidade como solução ótima para jogos desse tipo.

Por fim, a construção de jogos tal como sugerida pelos vários teóricos que se dedicam à formalização do processo de decisão entre agentes racionais têm sua utilização indicada aos campos de investigação sobre o comportamento de seres vivos em geral e do ser humano em especial. Em muitos domínios fora da economia e administração, os jogos vêm servindo como instrumento de avaliação das hipóteses elaboradas para descrever tal desempenho. A biologia evolutiva foi uma das primeiras disciplinas a empregá-los para explicação de pontos problemáticos da evolução. A psicologia também chegou a merecer distinção como a teoria sobre o comportamento do homem racional frente a situações de risco. Agora, até mesmo a neurologia encontra-se entre as disciplinas que aplicam os testes dos jogos para detecção de áreas do cérebro responsáveis pela deliberação e reações emocionais ou racionais.

A própria filosofia foi uma das primeiras áreas a reconhecer a importância dos jogos através da obra de Richard B. Braithwaite, *Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher*, que propôs um princípio equitativo, segundo orientação fornecida por uma fronteira de eficiência. De lá para cá, John Rawls (1921-2002), em *Uma Teoria da Justiça* (1970), também valeu-se de instrumentos matemáticos para tratar do problema de distribuição, enquanto David Gauthier desenvolveu toda uma teoria contratualista da moral fundada na Teoria dos Jogos, em *Morals by Agreement (Moral por Acordos)*, (1986). Esses autores, entre outros, que vêm transformando a filosofia contemporânea trabalham como o novo instrumental, a fim de enfrentar argumentos críticos de outras áreas das ciências humanas que cobram maior precisão das proposições filosóficas. Mas não só em precisão ganha a filosofia como o emprego dos jogos, principalmente na clareza pretendida desde o início da modernidade. Uma conclusão favorável ao trato da Teoria dos Jogos por parte dos filósofos deverá, portanto, fechar esta trajetória, destacando as vantagens de se aliar esse método de investigação às restrições críticas próprias da disciplina.

#### §14. Simulações

Embora o uso de computadores não seja uma novidade para as ciências naturais – desde a II Guerra Mundial vinham sendo utilizados como ferramentas de cálculo ou como mecanismos de experimento virtual -, as simulações são uma inovação para as ciências sociais, sobretudo, depois dos torneios de Robert Axelrod. Estas têm servido para o exame das consequências das hipóteses trabalhadas em cada área de conhecimento. Nesse sentido, as simulações surgiram como um terceiro método de avaliação científica ao lado da indução empírica ou da dedução axiomática.

Em várias áreas das ciências sociais, da antropologia, economia, biologia evolutiva, direito até a política, foram produzidos artigos sobre o método da simulação publicados em mais de 50 jornais científicos diferentes. Axelrod destaca, em artigo dedicado ao avanço das técnicas de simulação – pelo menos até 2003 -, dos sete propósitos atribuídos a essa prática, a previsão, o fornecimento de provas e descoberta. As previsões através das simulações são realizadas por meio de dados que alimentam o sistema que os processa, gerando consequências relacionadas com a hipótese de trabalho. Tais consequências podem servir como provas quando os eventos observáveis

ao final aparecem como efeitos esperados das regras simples que representam os princípios testados. Além de consolidarem os modelos de condutas pelos quais a simulação é baseada, esta nova técnica de averiguação de princípios científicos pode ser útil também para descobrir novas formas de relacionamento. A despeito das dificuldades de se moldar detalhadamente o movimento das pessoas em sociedade, as simulações têm servido para o encontro de estratégias e normas comportamentais que partem de um conjunto de instruções limitado.

Simulação vem se constituindo em uma terceira forma de fazer ciência. Como a dedução, parte de um conjunto de proposições explícitas. Mas diferencia-se desta por não provar teoremas. Ao invés disto, a simulação gera dados que podem ser analisados indutivamente. Diferente de uma indução típica, por outro lado, a informação simulada trabalha a partir de um conjunto de regras rigorosamente especificado que não envolvem medições diretas do mundo real. Enquanto a indução pode ser usada para encontrar padrões informativos, e a dedução pode ser usada para encontrar hipóteses consequentes, a simulação, se bem modelada, pode ser usada como ajuda à intuição (AXELROD, R. “*Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences*”, p. 5).

Assim, a simulação vem em auxílio aos tradicionais experimentos mentais realizados por filósofos como Thomas Hobbes, David Hume e Jean-Jacques Rousseau. Propriedades emergentes dos sistemas dinâmicos complexos surgem de umas poucas proposições simples. Através das simulações, pode-se questionar a necessidade dedutiva de se manter o pressuposto da escolha racional como princípio básico da teoria dos jogos, propondo em seu lugar a adaptação como processo principal nos estudos das populações que não agem de modo racional pleno. O postulado da racionalidade não é indispensável na modelagem do comportamento de agentes nas condições tratadas por jogos repetitivos como no Dilema dos Prisioneiros.

Metodologicamente, as simulações são baseadas em agentes autônomos. Portanto, se inscrevem na categoria do *individualismo metodológico* das ciências sociais que trabalha as instituições como mecanismos onde sujeitos são considerados “peças” e “engrenagens” fundamentais que explicam a montagem, a existência e o funcionamento de um sistema maior. Trata-se, então, de uma técnica ascendente de construção das propriedades características de um sistema a partir das interações dos agentes.

Os históricos dos resultados das simulações podem ser descritos, por conseguinte, de três maneiras diferentes. Pela *ordem cronológica*, as ações podem ser descritas como desenrolar de fatos relacionados causalmente uns com os outros. Da *perspectiva do agente*, suas decisões podem ser interpretadas como reveladoras dos efeitos do tempo sobre suas jogadas. Por fim, a *visão geral* de todo processo permite perceber os padrões em larga escala do comportamento de todos participantes. Com isso, as variações dos parâmetros da modelagem da simulação podem revelar a influência de cada fator no resultado geral do agente, do processo e de todos os participantes em conjunto. O que vale dizer que os resultados partilhados dependem de detalhes relativos à maneira como a simulação foi preparada.



Nesse sentido, pesquisadores de disciplinas distintas podem interferir na sua avaliação dos resultados das pesquisas de outros, perscrutando resultados sensíveis a sua área de atuação. Faz-se então necessário que o código fonte do programa utilizado seja também informado. Na prática, Axelrod recomenda a programação em Visual Basic para iniciantes em informática e a linguagem Java para programadores avançados. Entre esses dois processos, JavaScript é um recurso disponível para pesquisadores de nível intermediário, capazes de modelar jogos como o Dilema dos Prisioneiros Iterado.

### *Críticas ao Modelo*

Apesar das simulações terem uma vasta aplicação em diversas áreas de pesquisa, seu uso em contextos pedagógicos está sujeito a críticas como as levantadas por Howard Gardner acerca da desinformação que jogos, como o famoso *SIM CITY*, podem transmitir às crianças. Um dos preconceitos praticados pelas primeiras versões desse simulador do governo de uma cidade é revelado pela recorrente revolta da população da cidade fictícia sempre que os impostos são aumentados pelo prefeito virtual<sup>212</sup>.

Por outro lado, a interpretação biológica da utilidade como a habilidade de uma estratégia reproduzir-se nas futuras gerações é filosoficamente problemática quando se analisa sob a ótica da influência cultural. Individualmente, a habilidade reflete na obtenção de ganhos superiores aos de outros jogadores. A acumulação quantitativa de bens talvez seja uma concepção limitada para o conceito de aptidão, nesses contextos. De fato, tais limitações estão vinculadas ao comportamento racional dos agentes culturais, que variam de indivíduo para indivíduo. No âmbito da comunidade, as habilidades, ou aptidões, do agente devem ser interpretada sempre como uma racionalidade restrita aos valores de cada sociedade.

Ademais, a história de uma cooperação ou constituição de um grupo social, quando modelada pelos jogos é irrelevante caso se compreenda tal processo como decorrente de uma sequência causal determinada pelas regras programadas. Para ser considerada válida, a simulação de jogos evolutivos teria de ser contraposta a testes empíricos que procurassem apontar ou não a alternativa virtual como mais uma entre as várias histórias passíveis de acontecer ou serem destacadas do pano de fundo cotidiano. Assim sendo, as simulações seriam irrelevantes, uma vez que teriam de passar sempre crivo da experiência histórica real, a fim de ter sua plausibilidade constatada<sup>213</sup>.

Não obstante essas objeções, autores como Richard Dawkins têm feito uso da simulação da maneira prevista por Axelrod, para verificar a correção de suas intuições. As vantagens da simulação permanecem como a melhor forma da experimentar várias suposições uma após a outra, sem os custos de preparar muitos testes empíricos de campo.

(...) Há, evidentemente, bons e maus modelos do mundo, e mesmo os bens são apenas aproximações. Nenhuma simulação pode prever exatamente o que acontecerá na realidade, mas uma boa simulação é muito preferível à tentativa e erro cega (DAWKINS, R. *O Gene Egoísta*, cap. 4, p. 82).

Um computador pode rodar em pouco tempo várias propostas que consumiriam

212 GARDNER, H. *O Verdadeiro, o Belo e o Bom*, cap. 3, p. 48.

213 ALEXANDER, J. McK. "Evolutionary Game Theory" § 4, pp. 9-11.

uma grande quantidade de tempo se examinada por métodos tradicionais. Tentativas empíricas de testes de projetos custam muito tempo e energia. Se imaginar os efeitos devastadores dos testes nucleares, as vantagens da simulação desse tipo em computadores merecem o rótulo de ecologicamente corretas.

### *Dilema dos Prisioneiros Iterado*

Como se sabe, o Dilema dos Prisioneiros é um exemplo clássico de experimento montado por meio dos modelos de jogos estudados pela Teoria dos Jogos, desde 1950. A simulação iterada (DPI) ficou popularizada, depois de Robert Axelrod ter lançado dois torneios de programas de computadores, nos quais diversos pesquisadores foram convidados a apresentar estratégias que pudessem vencer um campeonato onde todas tomassem parte. Seu livro *The Evolution of Cooperation (A Evolução da Cooperação, 1984)* trouxe os resultados desses torneios e lançou a base da chamada Teoria da Cooperação.

O Dilema dos Prisioneiros foi assim batizado depois que Albert W. Tucker ter usado a história de dois suspeitos presos pela polícia para explicá-lo a uma audiência de psicólogos da Universidade de Stanford. Originalmente, no entanto, o experimento fora inventado nos laboratórios da corporação RAND, em janeiro de 1950, pelos matemáticos Merrill Flood e Melvin Dresher como um contra-exemplo ao conceito de equilíbrio de Nash. Embora essa experiência tenha sido iniciada em 1950 e citada por centenas de artigos entre os anos 60 e 70, só em 1980, Tucker iria publicar sua monografia sob o título *On Jargon: The prisoner's dilemma (Sobre o Jargão: O Dilema dos Prisioneiros)*. Trata-se da situação em que se encontram dois criminosos capturados pela polícia, mantidos em celas separadas, e que são interrogados isoladamente a fim de que um possa acusar o outro. O inspetor encarregado das investigações tem provas suficientes apenas para condená-los por um crime leve, mas sabe que ambos cometeram algo mais grave. No intuito de levá-los à confissão, propõe a cada um a liberdade, por auxiliar a justiça, desde que entregue o outro comparsa, que arcaria, caso ficasse calado, com a pena máxima. Ao se denunciarem mutuamente, os dois presos pegariam uma sentença dura, mas atenuada pela confissão. Ao contrário, no entanto, se permanecessem de boca fechada, os dois ficariam pouco tempo na cadeia. Jogado de uma só vez, o Dilema do Prisioneiro apresenta apenas a deserção geral como único equilíbrio de Nash dominante.

Não obstante, em 1984, Axelrod propôs dois torneios de computador nos quais era possível jogar o Dilema dos Prisioneiros, várias vezes, iterado. Para esses campeonatos, foi montada uma tabela de pontuação em que a tentação de denunciar era premiada com 5 pontos, a recompensa por ficar calado era de 3 pontos, a punição pela delação mútua pagava só 1 ponto, enquanto o pagamento simplório (*sucker*) de 0 ponto caberia a quem ficasse em silêncio sozinho. Os ganhos nesse jogo se reduzem a condenações que são consideradas muito boas, justamente boas, justamente más ou muito más, traduzidas no sistema de pontuação da figura 3.1, onde  $R > (T+S)/2$ .

Em cada célula da matriz, por convenção, o primeiro resultado é atribuído ao jogador 1, na linha, enquanto o segundo corresponde ao ganho do jogador 2, na coluna. O DPI é jogado por um certo número de rodadas até o seu final (como se os prisioneiros fossem interrogados separadamente várias vezes). O placar é calculado a cada rodada. O objetivo é otimizar a pontuação antes do final do jogo. No final do jogo, o placar é

apresentado em porcentagem do melhor resultado possível. Inicia-se o jogo decidindo cooperar ou desertar e então faz a melhor escolha conforme o resultado obtido.

As simulações de DPI podem apresentar dois tipos de cenários distintos: *determinista* ou *indeterminista*. Numa simulação determinista, as estratégias são jogadas puras, isto é, a probabilidade de cooperar é de 0 ou 100 por cento. Ao passo que, no cenário indeterminista (com ruído), a cooperação pode variar de acordo com uma taxa aleatória ou mistura de estratégias ótimas. Existem tão somente 16 tipos de estratégias deterministas - na figura 5.1, estão listadas todas as estratégias deterministas - as mais estudadas têm o nome assinalado - e a RANDOM (que varia sempre a uma taxa de 50%). As estratégias indeterministas, no entanto, são infinitas, sendo variações das estratégias puras originais. Algumas estratégias puras podem ter versões gentis ou não, respectivamente, cooperando ou desertando na primeira rodada, como por exemplo OLHO POR OLHO, cuja versão pura não gentil é SUSPEITOSO OLHO POR OLHO.

**Figura 5.1 - 16 Estratégias Deterministas e 1 Randômica**

	R	S	T	P	
<b>E<sub>0</sub></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>SEMPRE "D"</b>
<b>E<sub>1</sub></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>só coopera após P</b>
<b>E<sub>2</sub></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>só coopera após T</b>
<b>E<sub>3</sub></b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>coopera após T ou P</b>
<b>E<sub>4</sub></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>só coopera após S</b>
<b>E<sub>5</sub></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>ANTI-OLHO POR OLHO</b>
<b>E<sub>6</sub></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>coopera após S ou T</b>
<b>E<sub>7</sub></b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>só deserta após R</b>
<b>E<sub>8</sub></b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>RETALIADOR PERMANENTE</b>
<b>E<sub>9</sub></b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>PAVLOV</b>
<b>E<sub>10</sub></b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>OLHO POR OLHO</b>
<b>E<sub>11</sub></b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>FIRME, MAS JUSTO</b>
<b>E<sub>12</sub></b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>coopera após R ou S</b>
<b>E<sub>13</sub></b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>só deserta após T</b>
<b>E<sub>14</sub></b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>só deserta após P</b>
<b>E<sub>15</sub></b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>SEMPRE "C"</b>
<b>E<sub>16</sub></b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>RANDOM</b>

### §15. A Família de Estratégias TIT FOR TAT

O sucesso de OPO nos primeiros campeonatos virtuais de DPI chamou atenção para essa estratégia simples, mas que tinha consequências surpreendentes aos que achavam difícil fazer emergir a cooperação a partir de seres egoístas. O espanto inicial e as críticas em torno da forma como aqueles torneios tinham sido montados levaram à preparação de novas simulações, a fim de testar pontos específicos de uma interação ou que estivessem mais próximos de uma concepção realista dos contextos nos quais as escolhas dos indivíduos ocorrem. Nesses vários experimentos, outras estratégias se sobrepuseram à OPO original. Entretanto, os autores que defendiam a robustez deste algoritmo fizeram algumas modificações no intuito de adaptá-la às novas circunstâncias. Por conta disso, surgiu uma série de estratégias variantes da versão determinista de OPO que acabaram por formar uma grande família de estratégia.

De acordo com a notação adotada nos novos torneios, as estratégias poderiam ser facilmente representadas em um conjunto que exprimisse a probabilidade de cooperar após os respectivos resultados - (C, C); (C, D); (D, C) e (D, D) -, isto é (R, S, T, P). Estratégias “puras”, que variam suas chances de cooperar ou desertar, mas desertam ou cooperam com probabilidades fixas de 0 ou 1, são chamadas de *deterministas* porque não misturam suas opções e seguem rigidamente os comandos propostos pelo seu programa, sem qualquer margem de erro ou produção de acaso. A estratégia OPO pura, opera a regra (1, 0, 1, 0), iniciando sempre de forma gentil, isto é, cooperando.

Uma simples mudança na propriedade da gentileza (*nice*) de OPO, que a force começar o jogo desertando, permitiu a criação da regra conhecida como *SUSPICIOUS TIT FOR TAT* (SUSPEITOSO OLHO POR OLHO, SOPO). No contexto de uma pequena população, composta por jogadores OPO gentil e suspeito, a estratégia OLHO POR DOIS OLHOS (OP2O) - que retalia após duas deserções seguidas - pode invadi-la por ser uma boa cooperadora de OPO e SOPO, enquanto esta última entra em retaliação permanente contra a primeira. Tal resultado mostra que a robustez de OPO, que se mostrou válida na versão ecológica tratada por Axelrod, não se reproduz adequadamente em qualquer conjunto de estratégia, sujeitando-se, eventualmente, ao aparecimento de mutantes ou invasores. Nenhuma estratégia determinista seria, portanto, evolutivamente estável<sup>214</sup>.

Efetivamente, os ambientes naturais, nos quais haja a presença de ruído e alternância das jogadas, para uma estratégia determinista como OPO se sair bem, é preciso que seja feita uma mistura de suas decisões, gerando estratégias *estocásticas* cuja probabilidade de cooperar seja maior do que zero e menor do que um ( $0 < p < 1$ ). As experiências feitas por Martin A. Nowak e Karl Sigmund, desde 1992, com estratégias estocásticas, em DPI infinito, permitiu que o lance inicial que determinava a gentileza da linha de ação fosse considerada irrelevante para o desenvolvimento do jogo, uma vez que a memória estava limitada à rodada anterior e os efeitos da largada eram esquecidos e diluídos ao longo da partida. Nessas circunstâncias, a GENEROSA OLHO POR OLHO tornou-se vitoriosa e estável - resistente à invasão e mutações. A versão estocástica de GOPO (1, 0, 1, 2/3) instrui aos jogadores cooperarem após uma punição

214 Pelo menos essa foi a conclusão das pesquisas realizadas por Robert Boyd e Jeffrey P. Lorberbaum e publicadas na revista *Nature* de 07 de maio de 1987 sob o título “No Pure Strategy Is Evolutionarily Stable in the Repeated Prisoner’s Dilemma Game”. Veja BREMBS, B. *Chaos, Cheating and Cooperation*, pp. 15 e 16, bem como AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, cap. 2, p. 51.

2/3 das vezes. Sua tolerância ou generosidade possibilitou a vitória em 39 das 40 simulações em que foi testada, dominando após 600 mil em 10 milhões de interações<sup>215</sup>.

A propriedade da clemência ou do esquecimento era maior em GOPO do que em OPO e isso foi um fator decisivo no desenlace de seu bom desempenho em jogos evolutivos. A rigor, a clemência mostrou ser mais necessária do que a gentileza. A atuação dessa estratégia alterou o comportamento de OPO em dois pontos-chaves. Por um lado, permitiu a tolerância a erros de execução do comando ou de interpretação. Por outro lado, evitou o efeito de eco permanente pela defasagem da retaliação de enganos cometidos por estratégias semelhantes. A OPO determinista reage bem com estratégias diferentes da sua em contextos randômicos, mas cai em uma retaliação fratricida contra os erros de estratégias gêmeas, enquanto a generosidade de GOPO recompõe a cooperação em poucos movimentos após um lance equivocado da outra parte. Esse resultado não passou despercebido de Axelrod que, junto ao cientista político chinês Jianzhong Wu, destacou que a

[g]enerosidade é efetiva ao deter a repetição contínua de um simples erro, se o erro foi cometido pelo próprio agente ou por outro jogador. O nível de generosidade determina quão rapidamente um erro pode ser corrigido e a cooperação restaurada. O problema é que a generosidade requer um balanço entre a rapidez na correção do erro e o risco de exploração (WU, J. & AXELROD, R. “*How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner’s Dilemma*”, p. 6).

Outra variante que permite cobrir os próprios erros do agente, chamada *CONTRITE TIT FOR TAT* (COPO), conseguiu obter bons resultados no cenário ecológico - sem o surgimento de mutações ou invasões - do segundo torneio de Axelrod, acrescentado de ruído. COPO evita retaliar a deserção do outro se esta deserção foi provocada pelo próprio jogador. COPO atua como um agente arrependido de ter ganho uma vantagem imerecida, mantendo a cooperação após uma justa retaliação por parte do outro. Junto a GOPO, COPO forma uma família de estratégias robustas, em torno de OPO, na maioria dos ambientes ruidosos<sup>216</sup>.

Generosidade e arrependimento são dois aspectos da condição de clemência que se aplicam respectivamente à relação externa com o outro e interna, consigo mesmo. A clemência (*forgiving*), que a primeira vista foi um dos fatores relevantes do sucesso de OPO nos torneios puros, foi também sistematicamente desafiada pelos especialistas que prepararam suas estratégias, dentro do espírito competitivo, para derrubar essa estratégia no segundo turno. Axelrod considerou esse equívoco capital para as intenções das outras regras em atingir os melhores resultados possíveis. Seus programadores esqueceram que ser razoavelmente tolerante ajuda a estabelecer a cooperação entre todos. Um incremento na tolerância de OPO, realizado por GOPO e COPO seria a razão para estratégias dessa família conseguirem resistir e prosperar em contextos nebulosos e incertos como aqueles nos quais erros e confusões podem acontecer. GOPO por si só chegou a constituir uma gama de estratégia com base em uma versão pura - (1, 0, 1, 1) - denominada *FIRM BUT FAIR* (FIRME MAS JUSTO, FMJ), também

215 Veja NOWAK, M. A. & SIGMUND, K. “*The Alternating Prisoner’s Dilemma*”, § 4, p. 223.

216 Veja AXELROD, R. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”, p. 27 e WU, J & AXELROD, R. “*How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner’s Dilemma*”, p. 7.

chamada família *FAIR* (JUSTO).

Pagar na mesma moeda revelou ser uma linha de ação eficaz para enfrentar estratégias estranhas que não cooperem sistematicamente ou aquelas não gentis - que começam desertando. Mas mostrou falhas em reconhecer e tolerar enganos de seus próprios semelhantes. Tais falhas poderiam ser corrigidas antecipadamente, caso as informações sobre quais seriam os cooperadores entre os futuros jogadores enfrentados estivessem disponíveis a tempo. Saber se um agente é um mesquinho desertor (SEMPRE D), antes da interação, ajudaria a reduzir os pagamentos feitos aos maus cooperadores, em geral. Uma variante intitulada *OBSERVER TIT FOR TAT* (OBSERVADOR OLHO POR OLHO, OPO) agiria nos primeiros encontros com um parceiro gentil tal como OPO, porém, atacaria com uma ação não gentil - igual a SOPO -, desertando no primeiro lance, se o outro jogador fosse um desertor historicamente conhecido. Desse modo, OPO seria eficaz para explicar a exigência por controles sociais com severas ameaças aos exploradores, a fim de reduzir a presença de desertores em curto prazo. A longo prazo, a sombra do futuro e as retaliações decorrentes dos sucessivos encontros seriam bastantes para inibir a deserção<sup>217</sup>.

### *Outras Famílias Notáveis*

Além de OPO, outras famílias de estratégias puderam ser constituídas tendo como origem estratégias deterministas modificadas para o ambiente evolutivo com ruído. PAVLOV (1, 0, 0, 1) tornou-se a principal concorrente de OPO em jogos simultâneos ruidosos. Sob o parâmetro de Axelrod (R = 3; S = 0; T = 5; P = 1), a estratégia PAVLOV está sujeita à invasão de agentes mesquinhos, que sempre desertam. Em poucas rodadas, seu frágil método de retaliação permite sua exploração por SEMPRE D. Entretanto, no padrão de Nowak e Sigmund (R = 3; S = 0; T = 4; P = 1), PAVLOV determinista consegue obter bons resultados por ter a capacidade de restabelecer a cooperação com rapidez<sup>218</sup>.

A diferença principal entre PAVLOV e OPO foi apontada por Nowak e Sigmund, em 1994. Enquanto a última procura imitar o comportamento dos seus oponentes, PAVLOV orienta suas ações apenas pelos resultados recebidos. Agindo assim, os pavlovianos conseguem ir bem entre si ao recuperarem rapidamente a cooperação, depois de uma deserção mútua equivocada. Os pavlovianos não precisam entender muito sobre como funciona a mente do outro ou afinal o que está em jogo no DPI, basta apenas mudar sua ação quando os ganhos não forem favoráveis. Ao lado da PAVLOV determinista, Axelrod testou, em uma retomada randômica de seu segundo torneio, uma versão generosa dessa estratégia (GPAVLOV), que coopera um décimo das vezes, depois da deserção do outro jogador.

No ambiente ruidoso, enfrentando outras 63 estratégias, Axelrod percebeu que as duas versões de PAVLOV não ascendiam das últimas posições. A PAVLOV original ficou em 55º lugar e GPAVLOV na 48º colocação. Na disputa ecológica - evolução sem mutação -, os pavlovianos foram levados à beira da extinção, sobrando apenas um milionésimo de seus praticantes, depois de cem gerações. Ademais, PAVLOV, que funciona bem em jogos simultâneos com ruído, torna-se instável em jogos alternados<sup>219</sup>.

217 Veja BREMBS, Bj. “Chaos, Cheating and Cooperation”, p. 17.

218 Veja WU, J. & AXELROD, R. *Op. cit.*, p. 6 e NOWAK, M. A. & SIGMUND, K. *Op. cit.*, § 3, p. 222.

219 Veja WU, J. & AXELROD, R. *Idem*, p. 4.



Apesar desses resultados decepcionantes, PAVLOV reage bem contra estratégias específicas. Exceto pela primeira rodada, em um jogo alternado, PAVLOV resiste às tentativas grosseiras de exploração de uma versão invertida de OPO (*ANTI-TIT FOR TAT*, AOPO) - também chamada de *BULLY* (FANFARRÃO), por David Kraines e Vivian Kraines (Figura 5.2).

Figura 5.2 - Jogo Alternado	
FANFARRÃO	D C C C ... D C C C ...
PAVLOV	D D D D ... C D D D ...

FANFARRÃO, ou AOPO (0, 1, 0, 1), sabe explorar os cooperadores incondicionais (SEMPRE C), desertando contra a cooperação, mas se deixa explorar por SEMPRE D, pois, ao contrário de OPO, coopera sempre com desertores. Diferente de OPO, ao invés de imitar o comportamento adversário, AOPO procura fazer o oposto do que o outro faz. Melhores resultados são obtidos pelas variantes híbridas de PAVLOV que constituem uma combinação com OPO. Dessa forma, FIRME MAS JUSTO, patriarca da família JUSTO, alia a robustez de OPO com a facilidade de adaptação de PAVLOV. Uma versão estocástica de FMJ, variante de GOPO - chamada de *TOUGH LOVE* (AMOR BRUTO, AB), por Kraines e Kraines -, foi a vencedora de um Dilema dos Prisioneiros Alternado com memória<sup>220</sup>.

PAVLOV também ajuda a formar outra família quando se une ao RETALIADOR PERMANENTE (1, 0, 0, 0) - família *GRIM* - para estabelecer *GRIM PAVLOV*, um algoritmo que mantém a deserção, mesmo depois de ter punido a sua deserção acidental. Compõe ainda a família *GRIM* a versão suave do RETALIADOR PERMANENTE denominada *GRIM BUT RELENTING* (RETALIADOR DELICADO). Ao invés de promover a deserção perpétua depois de ser simplório, o RETALIADOR DELICADO refaz a cooperação depois de dois erros consecutivos. Dessa maneira, os retaliadores permanecem robustos à invasão dos desertores incondicionais (SEMPRE D), ao mesmo tempo em que reduzem os vícios de naturais enganosa<sup>221</sup>.

A proliferação de tantas famílias de estratégias, a partir de pequenas unidades interativas, revela a gradativa emergência da complexidade em relações e nos comportamentos dos seres vivos, no lento processo de seleção natural. Regras simples como as propostas por tais algoritmos, construídos e apoiados nas reações possíveis ao Dilema dos Prisioneiros, pode estar na base da explicação das reações químicas das macromoléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN), como sugeriram Nowak, Robert May e Sigmund<sup>222</sup>.

As simulações em computadores serviram para mostrar simplificada como um processo de cooperação como esse pode ter surgido e se sustentado por meio de organismos vivos.

(...) Sofisticadas criaturas podem ser desenhadas para seguir estratégias que encorajam a cooperação por causa de repetidas

220 Veja KRAINES, D. & KRAINES, V. "Protocols for Cooperations", § 8.3, p. 14.

221 Veja KRAINES, D. & KRAINES, V. *Op. cit.*, § 15, pp. 25 e 26.

222 Veja NOWAK, M. A., MAY, R. M. & SIGMUND, K. "The Arithmetics of Mutual Help", p. 81.

interações entre indivíduos que podem reconhecer e lembrar uns aos outros. (...) No curso da evolução, parece ter havido ampla oportunidade para cooperação ter assistido a todos desde os humanos às moléculas. Nesse sentido, a cooperação poderia ser tão velha como a própria vida em si (NOWAK, M. A., MAY, R. M. & SIGMUND, K. “*The Arithmetics of Mutual Help*”, p. 81.)

As propriedades e condições que fazem a cooperação emergir entre os sistemas complexos serão discutidos, a seguir.

### §16. Condições para Cooperação

Os diversos experimentos realizados em torno do Dilema dos Prisioneiros Iterado, todas simulações e torneios de computador, bem como as estratégias construídas para enfrentar as peculiaridades de cada situação subsidiaram a discussão sobre as condições e os pressupostos que promovem o comportamento cooperativo entre os jogadores. Compreender quais são os fatores que contribuem para formação e manutenção da cooperação é uma das metas principais da filosofia política, da ética, e da psicologia comportamental. Uma sociedade bem-ordenada só pode se manter como tal se houver a cooperação entre seus membros. Cooperar com o outro é um aspecto do altruísmo que pode ser explicado, mesmo entre agentes egoístas, sem perda de consistência, por conta dos efeitos da reciprocidade exigida pelas partes e que fundamenta princípios éticos fortes como a conhecida Regra de Ouro - “faça ao outro aquilo que gostaria que fizesse a si mesmo”.

O livro *The Evolution of Cooperation*, de Robert Axelrod, é o responsável pelo lançamento dessa Teoria da Cooperação que procura responder à simples questão de como agentes egoístas podem seguir cooperando uns com os outros, sem a necessidade de nenhum instrumento externo - como o Estado, instituições jurídicas ou contratos que obriguem a levar em consideração os interesses dos outros. De um ponto de vista radical, nem mesmo uma racionalidade forte seria requerida para que a cooperação emergisse e, por conseguinte, até mesmo organismos muito simples - bactérias, vírus etc. - poderiam ser considerados aptos a tomar parte de uma interação fácil de se perceber como o Dilema dos Prisioneiros.

Por conta de sua montagem simplificada, biólogos, políticos, economistas e matemáticos puderam propor uma ampla gama de cenários onde os agentes poderiam atuar. A concepção de agente utilizada partilha da noção de agência creditada do filósofo estadunidense Daniel Dennett. Um agente dennettiano tem capacidade suficiente para praticar ações, ao invés de apenas sofrê-las. Este agente atua em função de razões ou conjunto de instruções sobre as quais não tem consciência<sup>223</sup>.

Fora da filosofia, um agente dennettiano corresponde a sistemas complexos dinâmicos, às macromoléculas orgânicas e aos autônomos celulares. Organismo que reagem entre si segundo regras, leis da física ou química e programas instalados. Assim sendo, a reprodução do comportamento de unidades reativas tão básicas pôde ser perpetrada convenientemente em torneios virtuais de computadores. As simulações que se sucederam às primeiras competições promovidas por Axelrod trataram de explorar

223 Veja DENNETT, D. Cl. **Tipos de Mentes**, cap. 2, p. 26.

as consequências e conclusões anunciadas em 1984.

Em seu livro, Axelrod apresentou as condições que considerava responsáveis pela vitória da estratégia OLHO POR OLHO entre as cooperadoras. A ação de OPO era clara, gentil, retaliadora e clemente. Essas quatro primeiras condições eram tidas, então, como sendo a chave explicativa para a robustez exibida nas disputas iniciais<sup>224</sup>.

Com base nessas propriedades, alguns conselhos foram proferidos como sendo adequados para jogadores desenvolverem sua finalidade em uma longa interação do tipo do Dilema dos Prisioneiros: não ser o primeiro a desertar, não ser invejoso, nem ardiloso e responder com reciprocidade à cooperação e a deserção<sup>225</sup>. A ambição de um ganho maior sobre o outro jogador eventualmente conduz a uma tentativa de reparar o desequilíbrio dos resultados. Isto leva, então, a uma deserção que visa retificar as perdas sofridas. Dessa forma, jogadores invejosos provocariam a ruína mútua através de uma série de punições repetidas. Por ser uma estratégia que nunca busca vantagem sobre os ganhos dos outros, OPO consegue no máximo igualar os ganhos aos do outro jogador ou um pouco abaixo do outro. Mesmo assim, no ambiente dos dois primeiros torneios, foi a estratégia que obteve a melhor pontuação média em comparação às demais.

Os ganhos equilibrados de um jogador OPO ocorreram por que este nunca é o primeiro a desertar. A gentileza inicial evitava a deflagração de conflitos desnecessários. Estratégias gentis, não por acaso estiveram entre as melhores colocadas, não obstante o fato da deserção ser uma estratégia dominante na versão básica do Dilema dos Prisioneiros, em uma só rodada. A falta de gentileza pode trazer vantagens imediatas, mas a longo prazo degrada a convivência necessária para sua proliferação ao futuro, como ocorreu a todas estratégias desse tipo na disputa ecológica feita depois do segundo torneio<sup>226</sup>.

Muita sofisticação e sutilezas dos programas não foram características próprias aos algoritmos que tiveram êxito no DPI. Comportamentos ardilosos e muito complexos podem, dada a dificuldade de compreensão pela outra parte, ser considerados aleatórios, imponderáveis, ou irresponsáveis. Desta forma, estratégias difíceis de entender são perigosas devido à falta de clareza sobre suas ações o que gera desconfiança em quem deve participar da cooperação. A clareza de OPO foi uma das razões para seu desempenho vitorioso. Ao contrário do jogo de soma zero, onde ocultar informações sobre sua linha de ação dificulta as tomadas de decisões do adversário a ser derrotado, em jogos de soma variável, como o DPI, onde se busca a cooperação do outro, é importante parecer transparente, sinalizando e fornecendo garantias de que o objetivo de ambos maximizarem seus resultados passa pela cooperação mútua. Tal transparência das ações é reforçada à medida que a cooperação for sendo retribuída com cooperação e deserção punida com deserção. De todos os conselhos extraídos dessa forma de interação, a prática da reciprocidade é o mais eficaz, de um modo geral.

### *Objeções e Respostas*

Como sempre ocorre em debates filosóficos, esses conselhos e as propriedades

224 Veja AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, cap. 2, p. 54.

225 Veja AXELROD, R. *Op. cit.*, cap. 6, p. 110.

226 Veja AXELROD, R. *Idem*, cap. 6, p. 117.

relacionadas às estratégias vitoriosas nas simulações e intuitivamente aceitáveis foram criticados por outros pesquisadores que não estavam satisfeitos com as conclusões tiradas. Kenneth Binmore atacou duramente as propriedades atribuídas a OPO, advertindo que, em contextos específicos, estratégias que não fossem claras, gentis, retaliadoras e clementes poderiam também ser bem-sucedidas<sup>227</sup>. Além deste, vários outros pesquisadores consideraram irrealistas as primeiras simulações e introduziram novos ingredientes, a fim de aproximar aquelas descrições ao ambiente natural cotidiano. Alternância de movimentos, possibilidade de erro ou má compreensão, memória de mais de uma rodada, ao lado de diversos outros aspectos ligados à topologia do território foram criados para tornar ainda mais precisas as observações feitas sobre a interação entre os organismos.

De um modo geral, todas as dificuldades postas acabaram por confirmar os resultados iniciais que apontavam para a possibilidade da cooperação evoluir na maioria das circunstâncias examinadas. Contudo, de acordo com a avaliação de Robert Hoffmann - feita duas décadas depois de constantes debates aos torneios iniciais - outras estratégias, que não a OPO determinista, poderiam promover a cooperação sob certas condições. Toda uma família de estratégias variantes de OPO foi gerada. Outros algoritmos híbridos permitiram a ligação entre famílias concorrentes, diluindo as fronteiras entre estratégias cooperadoras.

Os resultados dessa literatura, portanto, confirma um número de descobertas chaves dos trabalhos teóricos. Primeiro, a cooperação é possível em equilíbrio quando jogadores não levam em consideração o término do jogo. Segundo, na estrutura evolucionária, qualquer estratégia que propague rigidez pode ser em última instância deslocada por formas alternativas de comportamento (HOFFMANN, R. “*Twenty Years On*”, § 4.2, p. 10).

De todos os atributos estratégicos e condições necessárias para a cooperação, a reciprocidade surge como elemento principal. Contudo, outros fatores relevantes ajudam a entender porque a cooperação nem sempre ocorre entre espécies diferentes e como ela pode ser mantida em meio à adversidade. Relacionamentos mais complexos em cenários que envolvam eventos aleatórios, mudanças territoriais, erros, alternância etc. mostraram a necessidade de manutenção de um contrato estável ou uma larga “sombra do futuro”, no intuito de permitir a previsão comportamento do outro a partir de uma adaptação a longo prazo, com obtenção de resultados favoráveis o bastante para que a deserção não viesse a ser compensada.

[A] utilização e extensão do paradigma original do Dilema dos Prisioneiros Iterado entre duas pessoas provieram de ricas possibilidades os efeitos de uma ampla faixa de fatores tais como o tempo dos movimentos tomadas de garantias, redes sociais, adaptação, inveja, ruído e mobilidade. À luz de extensa literatura existente, sobre os modelos relatados, os resultados os ordenaram detalhadamente, relacionando-os com cada fator, (...) bem como sugerem uma contínua adoção de novos temas

227 Um sumário dessas críticas encontra-se em BINMORE, K. “**Review: The Complexity of Cooperation**”, resenha de 1998.

(AXELROD, R. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”, pp. 31/32).

A simplicidade dos modelos empregados nas simulações realizadas delineou como a cooperação entre organismos complexos pode emergir no ambiente biológico natural, a partir do permanente incentivo a repetida interação entre indivíduos. O reconhecimento e as lembranças das ações passadas de cada um estimulavam os seres inteligentes a manter a cooperação entre os cooperadores e a deserção para os que têm má reputação de desertores. Nos casos de agentes mais simples, próximos aos autômatos celulares, a cooperação resiste em face da reação da vizinhança.


Direta ou indiretamente, a reciprocidade é, portanto, uma condição necessária para sustentação a cooperação. Mas essa não é a única maneira disso acontecer. Sem a memória ou qualquer recordação das ações passadas, a reciprocidade deixa de ser um fator efetivo. Nesses casos, apenas a *similaridade*, ou o recurso ao reconhecimento de uma marca ou etiqueta que identifique um parceiro semelhante ao seu algoritmo, seria capaz de fazer prevalecer a tolerância ou a cooperação entre os agentes. No entanto, a proliferação das etiquetas ou mesmo a falsificação delas podem gerar equívocos custosos àqueles que só cooperam pela observação de sinais externos. Entretanto, essas características fisionômicas ou comportamentais poderiam explicar a aplicação de mecanismos etnocêntricos, como forma de garantir a cooperação entre os membros de um grupo identificado pelos mesmos rótulos ou etiquetas<sup>228</sup>.

Na prática, a similaridade pode explicar o florescimento da cooperação entre espécies ou etnias. Porém, embora à primeira vista possa parecer uma forma simples e econômica de encontrar parceiros bons cooperadores, as etiquetas implicam em um custo crescente no refinamento do aparato de identificação, a fim de evitar falsificações e o oportunismo dos organismos que mimetizam as maneiras do outro se apresentar ou comportar. Recorrer a garantias, por vezes acaba em regressão ao infinito de um inferno burocrático em torno do aval das garantias, fiadores, garantias dos fiadores etc.

Se as sinalizações por meio de etiquetas podem enfrentar problemas de identificação ao longo do tempo, a reciprocidade obriga que os jogadores estejam atentos para as ações executadas pelos outros. Mais do que as palavras, importa aos agentes recíprocos os resultados obtidos da interação. Em todo caso, as recomendações não são tão simples quanto possam parecer as regras adotadas. Intuitivamente, permanecem válidos os conselhos de Marco Polo a Kublai Khan em *As Cidades Invisíveis*, de Ítalo Calvino (1923-1985).

O inferno dos vivos não é algo que será; se existe, é aquele que já está aqui, o inferno ao qual vivemos todos os dias, que formamos estando juntos. Existem duas maneiras de não sofrer. A primeira é fácil para a maioria das pessoas: aceitar o inferno e tornar-se parte deste até o ponto de deixar de percebê-lo. A segunda é arriscada e exige atenção e aprendizagem contínuas: tentar saber reconhecer quem e o que, no meio do inferno, não é inferno, e preservá-lo e abrir espaço (CALVINO, I. *As Cidades Invisíveis*, 9, p. 150).

228 Veja RIOLO, R. L., COHEN, M. D. & AXELROD, R. “*Evolution of Cooperation without Reciprocity*” e AXELROD, R. & HAMMOND, R. A. “*The Evolution of Ethnocentric Behavior*” para o assunto das etiquetas.



O DPI apresenta alguns aspectos básicos relacionados com a emergência da cooperação entre agentes egoístas em interação direta, uns com os outros. Evolutivamente, espécies de primatas, além do *Homo sapiens*, comportam-se como altruístas recíprocos que consolidaram estratégias em situações semelhantes ao dilema dos prisioneiros. Sem embargo, convém notar que o DPI é adequado para análise do comportamento entre duas partes. Para mais de dois jogadores, outros modelos esclarecem pontos que não são precisamente detectados em simulações baseadas em jogos bimatriciais (2 X 2). Os Bens Públicos vêm esclarecer outros aspectos da cooperação em dilemas sociais.



# Capítulo 6

## Bens Públicos

O Dilema dos Prisioneiros Iterado tem sido o modelo mais aplicado quando se trata de estudar a cooperação entre duas partes egoístas, mas que dependem uma da outra para atingir um resultado ótimo. Entretanto, se o número de participantes sobe acima de dois jogadores, o trato fica difícil de ser modelado por meio de matrizes, ou árvores de Kuhn. Efetivamente, os torneios que confrontavam várias estratégias funcionavam como campeonatos de partidas contra os programas rivais e no final o somatório dos pontos definidos para cada partida, determinava qual obtivera maior número de pontos e, por fim, a estratégia vencedora.

Os jogos chamados de Bens Públicos são uma extensão do Dilema dos Prisioneiros para mais de dois jogadores. Em economia, um *bem público* é entendido como algo que deve ser usufruído em proporções semelhantes por todas as partes envolvidas em sua produção e consumo. Em geral, os bens públicos são oferecidos por instituições governamentais, mas nada impede que empresas privadas também os gerem. Podem ser serviços ou efeitos colaterais da ação de um grupo ou indivíduo que seja membro deste. A poluição é um exemplo do impacto das ações de indivíduos sobre a natureza que afetam todos em uma região ou até mesmo em escala global.

Nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, os parques industriais e a expansão de fronteiras agrícolas provocam a emissão de gases - fumaça decorrente da transformação dos materiais, queima de combustíveis, ou queimada de florestas. Os resultados dessa devastação são sentidos por todos os habitantes do planeta Terra, quando o aquecimento da atmosfera, gerado por esses gases afetam o clima em escala mundial. Nações subdesenvolvidas, ou mesmo aquelas desenvolvidas que investem em meios de produção sustentáveis ecologicamente, têm reivindicado o direito ao “ar puro” ou uso de tecnologias que não agridam tanto o meio ambiente. O suposto direito ao ar puro também é passível de troca por meio de tratados internacionais que exigem compensações adequadas pela perda de um pouco desse bem comum.

Nesse sentido, acordos como o Protocolo de Quioto previam o comércio de emissões entre os países comprometidos em reduzir o lançamento de gases relacionados ao

efeito estufa e aqueles que obtivessem certificados de redução, a fim de que cumprissem suas cotas relativas ao esforço mundial de minimização da poluição no planeta. As dificuldades inerentes a esse tipo de comércio estão na atribuição de um valor ou quantidade que seja suficiente para compensar os custos da adaptação de todo um parque industrial a essas restrições ambientais ou a acomodação de toda uma população sujeita às consequências do aquecimento global: secas em algumas regiões, inundação em outras, degelo nos polos etc. Para entender como agentes que relutam em cooperar com o grupo podem ser induzidos a participar desses acordos, o modelo de jogos de Bens Públicos são mais apropriados.

Jogos de Bens Públicos são objetos de estudos econômicos, pelo menos desde 1980, mas intuitivamente já eram percebidos por filósofos modernos, como Jean-Jacques Rousseau. Rousseau descreveu em “*Discurso sobre a Origem e os Fundamentos da Desigualdade entre os Homens*” (1755), o problema enfrentado por homens primitivos que participavam de uma caçada de veado, antes das primeiras sociedades terem se formado.

Eis como puderam os homens insensivelmente adquirir certa ideia grosseira dos compromissos mútuos e da vantagem de respeitá-los, mas somente quanto poderia exigí-lo o interesse presente e evidente, posto que para eles não existiu a providência e, longe de se preocuparem com seu futuro distante, não pensavam nem mesmo no dia de amanhã. Se era caso de agarrar um veado, cada um sentia que para tanto devia ficar no seu lugar, mas se uma lebre passava ao alcance de um deles, não há dúvida de que ele a perseguia sem escrúpulos e, tendo alcançado a sua presa, pouco se lhe dava faltar a dos companheiros (ROUSSEAU, J.-J. “*Discurso sobre a Origem e os Fundamentos da Desigualdade entre os Homens*”, II part., p. 261)

Para a caça de uma grande presa, ser bem-sucedida, é necessária a cooperação de todos caçadores. Como já antecipava Rousseau, se cada um se preocupar apenas em conseguir apenas o suficiente para o almoço, capturando uma lebre, todo grupo se dispersa e nada sobrar para o jantar. Situações como a caçada de veado podem ser descritas como um modelo de Bem Público. Jogos desse tipo ocorrem com frequência na natureza e entre seres humanos civilizados, sendo um exemplo básico das interações econômicas na espécie.

Uma das formas características de modelar-se os jogos dos Bens Públicos foi apresentada pelos matemáticos Christoph Hauert, Silvia de Monte, Karl Sigmund e Josef Hofbauer, então membros do Instituto para Matemática da Universidade de Viena, em 2001. A um grupo de seis jogadores é distribuído \$10 para cada um. Esses jogadores devem, em seguida, decidir individualmente com quanto deveram investir - fração da dotação ou todo montante disponível - em um fundo mútuo. Um sétimo jogador recolhe os valores, multiplica-os por três e divide o produto igualmente entre os seus participantes que recebem, portanto, 1/6 do saldo do rendimento de todo grupo. Se todos jogadores contribuírem, respectivamente, com \$10, cada um receberá \$30, ao final<sup>229</sup>.

229 Veja HAUERT, Chr. et al. “*Oscillations in Optional Public Good Games*”, § 1, p. 1.

Contudo, a tentação de desertar e explorar o investimento alheio é grande, tendo em vista o juro baixo de 0.5% para cada \$1 aplicado  $[(1 \times 3) : 6 = 0.5]$ . Porém, se todos pensarem assim, nada seria mobilizado e cada um ficaria apenas com seu \$10 iniciais. Essa solução paradoxal é prevista pela teoria dos jogos como o equilíbrio racional de agentes egoístas, interessados em maximizar seus lucros e minimizar suas perdas. Não investir é uma solução recomendada devido ao alto risco de ser explorado. Pois, se apenas um jogador se arriscar investir tudo, enquanto os outros nada contribuem, aquele receberá a metade de sua aplicação, ficando só com \$5  $[(10 \times 3) : 6 = 5]$ , ao passo que os outros somariam \$15  $[5 + 10]$  <sup>230</sup>.

Sem embargo, apesar das restrições previstas pelos economistas, experimentos reais mostram, que, em geral, as pessoas investem quase a metade do capital disponível em um jogo de um só lance. Todavia, quando o jogo é repetido por até 10 rodadas, inicialmente, as partes aplicam o mesmo montante do jogo de um só movimento e gradativamente a maioria percebe que é melhor deixar que os outros façam os investimentos, enquanto puder receber os juros sem os riscos de perda. Após uma série de experiências decepcionantes, os jogadores aprendem que a estratégia egoísta acaba tomando o lugar da cooperação inicial <sup>231</sup>.

Em 2002, Karl Sigmund, Ernst Fehr e Martin Nowak relataram à revista *Scientific American* que, quando se permite a um jogador, que participou da falência de uma cooperação em um grupo que jogou o Bem Público, voltar a participar de um novo grupo de investidores, esse jogador, ao invés de reproduzir um rancoroso comportamento egoísta - por causa de sua experiência passada -, recomeça cooperando com parte de seu capital, como na primeira vez. Outros testes revelaram que, depois de instituir uma punição para os desertores, as deserções caíram a uma taxa menor do que a observada antes. E, mesmo depois de algumas repetições, não há um declínio da cooperação, como ocorre nos jogos sem penalidades, mas um incremento maior no montante aplicado, por causa da segurança imposta pelas multas estipuladas. Importante notar que a cobrança de multas não era sem custo para os agentes. Aquele jogador que impusesse uma penalidade ao desertor, também deveria contribuir com uma taxa para aplicação da sanção - uma fração da multa. Todos os valores arrecadados por meio desse mecanismo seriam então recolhidos e retidos pela banca. A despeito desse pequeno revés, os jogadores mostram-se dispostos a fazerem valer esse recurso quando um dos participantes contribuiu menos do que ele. A ameaça da punição inibe as deserções e estimula um aumento nas contribuições <sup>232</sup>.

Em jogos repetidos, jogadores podem ver a punição como uma manobra astuta, investimento egoísta na educação dos outros jogadores: avarentos são ensinados a contribuir para o benefício geral. Os custos decorrentes para punir aplicações baixas podem produzir lucros a longo prazo (SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. “*The Economics of Fair Play*”, p. 87).

### *Variantes dos Bens Públicos*

A forma geral dos jogos de Bens Públicos é composta por uma banca e um nú-

230 Veja HAUERT, Chr. et al. “Op. cit.”, *idem*.

231 Veja SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. A. “*The Economics of Fair Play*”, p. 86.

232 Veja SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. A. “Op. cit.”, *idem*.

mero natural de jogadores que devem investir, em um fundo comum, uma quantia do montante que lhe é distribuído. O valor aplicado é multiplicado por um fator remuneratório que deve ser maior que 1 e menor que o número de jogadores ( $1 < r < N$ ). Depois, o total apurado é dividido entre os jogadores de modo igual. Cada um recebe então uma fração do saldo do rendimento ( $r/N$ ). Essa fração é sempre menor do que o valor de cada unidade investida. Por causa disso, a estratégia egoísta que sugere nenhum investimento é a recomendada pela teoria econômica<sup>233</sup>.

A punição com a imposição de uma multa é instrumento eficaz para incentivar a formação de uma empresa economicamente produtiva. Em geral, essa punição acarreta em um custo para todos os jogadores, uma vez que a multa e a taxa de cobrança, respectivamente imposta ao desertor e paga pelos outros jogadores é revertida para a banca. Outra maneira de estimular a participação no investimento mútuo é promover recompensas que restituam parte da aplicação ao investidor. O mecanismo da *premiação* funciona da seguinte maneira: os jogadores devem responder simultaneamente se desejam enviar um presente aos outros jogadores. Assim, quem manda um presente tem um custo ( $c$ ) e quem recebe, um ganho ( $g$ ). O doador tem a opção de receber parte de seu investimento. Quando o custo da premiação é igual ao bem produzido pela cooperação do outro jogador, então é interpretado como uma restituição. Nesse tipo de situação, podem acontecer duas coisas. Primeiro, os cooperadores podem passar a desertar se não recebem nenhuma recompensa. Ou, em segundo lugar, os desertores podem tornar-se cooperadores em função da premiação. Em todo caso, tal como na punição, a estratégia egoísta é não presentear ninguém, devido ao custo de fazê-lo<sup>234</sup>.

Para que um Bem Público seja adquirido, é preciso que a soma das contribuições de cada jogador seja maior ou igual ao custo da sua produção. Cada um, entretanto, está disposto a pagar um valor que esteja abaixo ou igual ao seu preço de reserva para obtenção do bem comum. O *preço de reserva* representa o máximo que um comprador está disposto a pagar ou o mínimo que um vendedor pretende receber. Quando a soma dos preços de reserva de cada investidor é menor do que o custo da aquisição do produto ou serviço, nenhum bem público é gerado e as partes conservam suas quantias iniciais que podem ser gastas no consumo de bens privados. Um bem público só será adquirido se a utilidade deste e os valores restantes forem maiores do que a manutenção dos valores originais sem nenhum bem público, para cada um dos investidores. Porém, se há o conhecimento de que o preço de reserva de um jogador é maior que o custo do Bem Público, os outros jogadores deverão deixar que este arque sozinho com a compra deste produto ou serviço, sabendo que aquela parte, se possuir riqueza suficiente, adquirirá o bem de qualquer modo. Nesses casos, a tendência é que os outros participantes “peguem carona” no esforço do outro em ter o bem, aproveitando-se das externalidades que eventualmente venham a ocorrer, já que os benefícios ou malefícios do consumo daquele bem público será distribuído igualmente entre todos envolvidos<sup>235</sup>.

Punir a deserção ou premiar a cooperação são dois mecanismos alternativos, cujos resultados são estabilizados quando se constrói uma reputação de duro retaliador ou generoso doador. No entanto, a formação da reputação é algo que só é melhor avaliado em jogos do Ultimato, um caso especial do modelo de Bens Públicos, para

233 Ver SIGMUND, K., HAUERT, C. & NOWAK, M. “Reward and Punishment in Mini Games”, §1, p.1.

234 Veja SIGMUND, K., HAUERT, Chr. & NOWAK, M. “Op. cit”, § 6, p. 8.

235 Veja VARIAN, H. R. *Microeconomia*, cap. 35, pp. 691-696.

duas partes em interação com movimentos alternados. Não obstante, os experimentos de Sigmund, Hauert e Nowak mostraram que a premiação com reputação é menos estável do que a simples punição<sup>236</sup>.

Os jogos dos Bens Públicos apresentam os aspectos cruciais de cooperação em sociedade. Os resultados ótimos só são obtidos se todos cooperam. Entretanto, “pegar carona” é uma tentação premiada, enquanto quem contribui ficar com o pagamento simplório. Se ninguém coopera, a punição é não usufruir de nenhum bem comum. O meio ambiente, a segurança social, a defesa do território nacional são ameaçados por esse dilema de toda uma sociedade. Uma comunidade onde prevaleçam desertores, agentes solitários preferem não participar do jogo e receber o pequeno pagamento de seu próprio esforço, independente de outros jogadores.

Os *solitários* conseguem obter melhores resultados do que um grupo de desertores, embora seus ganhos sejam menores do que os dos cooperadores. Agentes solitários são, portanto, uma terceira alternativa estratégica intermediária, entre desertores e cooperadores. Os desertores são uma linha de ação que domina os cooperadores. Mas os solitários dominam os desertores, pois, ainda que seus ganhos sejam pequenos, não sofrem os custos da participação de uma sociedade com os desertores. O ciclo fecha-se novamente quando cooperadores dominam o ambiente dos solitários, devido a seus altos ganhos. Modelos dinâmicos e evolucionários dos Bens Públicos sugerem que um mecanismo de troca entre essas três estratégias - deserção, independência e cooperação -, que adapte o jogador para a situação vivida, permite sustentar o dilema social e tornar consistente o convívio entre esses tipos de agentes. Nesse sentido, a opção de participar da interação tornaria a cooperação possível, ao invés de fazê-la obrigatória<sup>237</sup>.

A reciprocidade que no Dilema dos Prisioneiros chega a ser um conselho útil, em um jogo com muitos agentes perde força e deixa de ser uma solução viável, se não houver uma instância que execute as punições no lugar dos cooperadores que desejam aplicar uma penalidade. Os Bens Públicos colocam para um número grande de jogadores, em rápida interação, a necessidade da punição ou premiação. Mas essa solução exige que os desertores sejam identificados. Se essa identificação não é possível, a opção de abandonar a interação com tais desertores passa a ser uma alternativa eficaz, pois evita a exploração e permite que a cooperação seja voluntariamente retomada, depois, sem uma instituição que exerça a retaliação.

### §17. O Carona *Free-rider*

O problema do *carona* (*free-rider*) foi objeto de discussão filosófica sob vários ângulos. Já na *República* - livro II -, Platão esboçou na fala de seu irmão Gláucon a descrição do comportamento de pessoas justas ou injustas submetidas a uma convenção que é forçada a respeitar. Ficou famosa a história fabulosa do anel de Giges, um pastor que achara um anel mágico capaz de tornar invisível quem o usasse voltado para palma da mão, recuperando a visibilidade depois de ser girado novamente para o lado externo. Uma vez de posse do poder da invisibilidade, alguém tomado pela ambição procuraria tirar vantagens cometendo toda espécie de injustiça, apoderando-se dos bens alheios, sem se preocupar em ser apanhado. Tal ação pareceria a mais racional possível para

236 Veja SIGMUND, K., HAUERT, Chr. & NOWAK, M. *Idem*, § 7, pp. 11-12.

237 Veja MICHOR, Fr. & NOWAK, M. A. “The Good, the Bad and the Lonely”, p. 679.

quem tivesse usando o anel, pois atenderia sem maiores objeções aos anseios de suas paixões pelos bens materiais livre das restrições legais e da chance de ser capturado<sup>238</sup>.

As ações de um egoísta consequente, tratadas de modo pioneiro por Platão, foram retomados pelo contratualismo moderno de Thomas Hobbes, em *Leviatã*. Hobbes reapresentou e defendeu uma concepção de justiça apoiada nas leis e convenções formadas por um contrato, que teria na fundação do Estado civil, a maneira mais adequada de se tornar viável. O personagem Gíges ressurgiu no capítulo XV do *Leviatã* como o *toló* que pensa na justiça como algo artificial e inexistente em seu íntimo. Negando a validade dos pactos, os tolos consideram defensável, sempre que puderem não cumprir os acordos, toda vez que isso lhes trouxer benefícios<sup>239</sup>.

Também David Hume viu as consequências de uma ausência de resposta formal para quem não possua nenhum sentimento moral - vergonha ou orgulho, por exemplo - capaz de motivá-los a agir em favor da virtude. Hume sugere haver uma espécie de autocontradição naquele a quem chamava de *patife esperto*, mas não tem, senão apelado para uma fraqueza de vontade, como explicar e, por conseguinte, refutar atitudes egoístas a não ser defendendo a nobreza e o prazer de agir conforme a reputação de um homem honesto.

Tal pessoa tem, além disso, a frequente satisfação de contemplar os patifes que apesar de toda sua astúcia e habilidade, são traídos por suas próprias máximas e que, ainda que em seu propósito seja roubar de uma forma secreta e controlada, se surgir uma oportunidade tentadora, a natureza é frágil e caem na armadilha, de onde nunca conseguem sair sem a perda total de sua reputação e de toda futura confiança e fé por parte da humanidade (HUME, D. *Investigação sobre os Princípios da Moral*, seq. IX, part. II, pp. 156-157).

Além dos filósofos mais importantes, a tentação de desertar vem sendo alvo de pesquisas nas áreas de conhecimento interessadas na investigação do comportamento humano. Aquilo que parecia atingir apenas conceituais de uma determinada corrente filosófica, a contratualista, revelou-se como um problema geral da conduta humana, ora descrito como a tragédia dos comuns, pelo biólogo Garrett Hardin, ou altruísmo recíproco, pelo evolucionista Robert Trivers, dilema social, pelo economista Howard Raiffa, entre vários autores e cientistas contemporâneos. Os jogos dos Bens Públicos talvez estejam a revelar os elementos definitórios comuns a todas as sociedades, desde a pré-história até a civilização global<sup>240</sup>.

Enquanto o dilema dos prisioneiros procurava explicar como a cooperação pode emergir entre agentes egoístas que têm na deserção sua estratégia dominante, os bens públicos tentam mostrar como as sociedades podem se manter unidas, mesmo sabendo-se que os desertores, individualmente obtêm os melhores resultados da cooperação dos outros. No dilema dos prisioneiros, a retaliação e o comportamento recíproco funcionam graças à proximidade e o contato direto entre os dois agentes. Para promover

238 Veja PLATÃO, *A República*, liv. II, 359d - 360d.

239 Veja HOBBS, Th. *Leviatã*, part. I, cap. XV, pp. 86 - 87.

240 Veja HAUERT, Chr. et al. "Volunteering as Red Queen Mechanism for Cooperation in Public Goods Games", p. 1.



os Bens Públicos, entretanto, essa solução se torna problemática, pois o número maior de participantes dificulta a punição imediata. Todavia, esta punição só é eficaz se além de atingir com firmeza o desertor, seja também custosa aos cooperadores. Assim, para punir a deserção com multa, toda a cooperação deve sentir seus efeitos de um modo geral, fazendo com que todos esperem que tais ações não ocorram novamente. A punição eficaz depende da identificação correta do jogador de quem se cobrará a multa.

Um participante dos Bens Públicos sempre pode considerar que o montante aplicado pelos outros é suficiente para aquisição desse bem e se satisfazer com a parte que usufruirá deste sem nada mais contribuir em troca. Nesse caso, ser o último a jogar torna-se vantajoso para quem preferir não fazer contribuição alguma quando os outros já supriram com o necessário e não podem mais voltar atrás em suas dotações. Por outro lado, aqueles que foram capazes de antecipar tal movimento preferirão esperar que os outros contribuam em seu lugar, deixando para o último jogador o encargo pelo financiamento do bem comum. Jogado sequencialmente, os bens públicos transformam-se em ultimato no qual o último jogador pode decidir ou não se pega carona ou recusa o fornecimento de tal produto ou serviço para todos.

Em alguns experimentos feitos sob o modelo dos Bens Públicos, constatou-se o efeito pedagógico da aplicação de multas a desertores que tenham um custo para os cooperadores, ainda que pequeno. Os mesquinhos foram ensinados a contribuir para o benefício de todos. Agir contra os próprios interesses, passou então a promover maiores ganhos a longo prazo. Porém, quando os grupos que aplicaram multas foram derrotados e seus participantes transferidos para novos grupos formados por desconhecidos, onde tal regra ainda não havia sido instituída, os investimentos começaram altos e quando a multa se fez necessária, os “caronas” foram punidos rigorosamente. Isso implica que além do aspecto educacional da primeira experiência, o empenho de punir os transgressores produziu uma satisfação adicional proporcionada pela vingança, um prazer primitivo frente aos traidores submetidos.

A vingança surge então como um sentimento moldado pela evolução que permite aos vingativos não se deixar explorar por aproveitadores em momentos difíceis como guerra, fome ou peste. A punição põe os infratores em uma disciplina rígida nessas ocasiões, onde a sobrevivência do grupo está ameaçada e a possibilidade de interação no futuro são escassas. O prazer da vingança sentida pelos indivíduos que não têm a consciência da implementação desse mecanismo evolutivo e a forma com que a espécie foi estimulada a aplicar a punição contra seus próprios interesses imediatos<sup>241</sup>.

Sentimentos morais, como generosidade, amizade, vergonha, culpa, podem ser explicados por meio de raciocínios semelhantes aos que levam à vingança nos jogos de Bens Públicos. Portanto, teriam sido adquiridos ao longo da seleção natural, por proporcionarem um desempenho melhor na intrincada rede de relacionamento social. Na prática, a existência de caronas, em meio a cooperadores também pode ser explicada, paradoxalmente, pelo êxito da cooperação. Poucos mutantes desertores teriam um melhor desempenho entre cooperadores do que entre semelhantes desertores.

### *A Solução Filosófica para o Carona*

Cada um dos três filósofos citados antes apresentou uma solução para o proble-

241 Veja SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. A. “The Economics of Fair Play”, p. 87.

ma dos caronas. A resposta de Hume aproxima-se da concepção evolutiva na qual a cooperação prevalece na sociedade por meio de um crescimento lento consolidado pelo hábito da obediência ou pela educação. Ademais, o sucesso momentâneo do patife esperto não compensaria a perda completa de sua reputação com os prejuízos decorrentes da falta de confiança que o outro lhe tinha. Logo, ao final das contas, na visão de Hume, o comportamento do carona seria considerado autocontraditório e, portanto, irracional. Embora o próprio Hume considerasse insatisfatório esse tipo de resposta ao agente egoísta, o apelo à racionalidade era sua última cartada contra quem não tivesse nenhum sentimento de culpa por seus atos imorais<sup>242</sup>.

O largo argumento tecido por Platão, na *República*, aponta para a necessidade de se encontrar uma concepção transcendente de justiça apoiada pela fundação de uma sociedade em que cada um exerceria suas funções de acordo com suas aptidões na espera de receber suas recompensas segundo seu desempenho justo. Sem ter como avaliar as chances de um argumento metafísico, como o platônico, funcionar em condições concretas, a proposta de Platão joga efetivamente a solução de problema do carona para um outro patamar idealista impossível de ser implementado na prática<sup>243</sup>.

Entrementes, é certo que a solução platônica não se alinha sinceramente à versão contratualista esboçada por seu irmão Gláucon. O contratualismo moderno foi fundado por Hobbes que via na posição do carona a postura de um tolo que faz um falso raciocínio de suas ações nada razoáveis contra o cumprimento do contrato. Hobbes considerava, com todas as letras, o comportamento do carona contrário à razão apoiado no seguinte argumento:

(...) Em primeiro lugar, quando alguém pratica uma ação que, na medida em que é possível prever e calcular, tendo para sua própria destruição, mesmo que algum acidente inesperado venha a torná-la benéfica para ele, tais acontecimentos não a transformam numa ação razoável ou judiciosa. Em segundo lugar, numa condição de guerra, em que cada homem é inimigo de cada homem, por falta de um poder comum que os mantenha a todos em respeito, ninguém pode esperar ser capaz de defender-se, da destruição só com sua própria força ou inteligência, sem o auxílio de aliados, em alianças das quais cada um espera a mesma defesa. Portanto, quem declarar que considera razoável enganar aos que não pode razoavelmente esperar outros meios de salvação senão os que dependem de seu próprio poder. (...) Portanto, alguém que seja deixado fora ou expulso de uma sociedade está condenado a perecer, e se viver nessa sociedade será graças aos erros dos outros homens, os quais ele não podia prever e com os quais não podia contar, portanto contra a razão de sua preservação (HOBBS, Th. *Leviatã*, part. I, cap. XV, pp. 87-88).

O argumento de Hobbes é claro em atacar a irracionalidade do *toló*, ou carona, em não cumprir os pactos acertados. Hobbes pressupõe, todavia, que os agentes sejam capazes de retaliar ou punir sua deserção sistemática, sem recorrer a sentimentos mo-

242 Veja HUME, D. *Investigações sobre os Princípios da Moral*, seq. IX, part. II, p 156.

243 Veja PLATÃO, *Op. cit.*, liv. II.

rais para isso. Mas o que os jogos de Bens Públicos mostram é que, na ausência de tais mecanismos de controle, a escolha racional de maximizar sua utilidade recai sobre a deserção. Esta é a estratégia dominante no Dilema dos Prisioneiros e no Dilema Social, recomendada pelos teóricos economistas, apesar de gerar um equilíbrio sub-ótimo a todos envolvidos. Não há, portanto, que refutar o comportamento do tolo como irracional, se não houver nenhum instrumento de punição aos desertores.

Hobbes, como todos os filósofos da tradição moderna e anterior, não conhecia a teoria dos jogos, embora trabalhasse os problemas comuns de modo intuitivo. Na situação do estado de natureza, o comportamento egoísta de quem puder explorar a cooperação do outro é racional, quando o dilema dos prisioneiros é jogado apenas uma vez e os reencontros futuros são raros. Não obstante, a solução hobbesiana imaginada para oferecer uma resposta aos desertores é correta: retaliar e punir. O que no caso dos Bens Públicos exige também a fundação de um Estado que identificasse os desertores e aplicasse as penalidades cabíveis. Hobbes tem razão em considerar o estado de natureza - o mundo dos desertores - um ambiente onde a vida dos indivíduos “é solitária, pobre, sórdida, embrutecida e curta”<sup>244</sup>. Tem razão também em recomendar a cooperação, desde que haja garantias institucionais. Mas peca em considerar irracionais as ações egoístas, nas condições já postas.

Filósofos contemporâneos - entre eles, Simon Blackburn de *Ruling Passions* e Ernst Tugendhat de *Lições sobre Ética* - criticam o contratualismo hobbesiano como base em uma visão próxima a Hume e Kant. Isso significa adotar uma postura a favor da formação de sentimentos morais e uma deliberação universal pela validade das ações morais. A falha dessa linha de raciocínio está na ausência de uma explicação do modo como tais sentimentos e métodos de avaliação podem ser constituídos evolutivamente, sem o concurso de técnicas de retaliação e tolerância ao longo da evolução. O prazer de sentimentos nobres só pode emergir depois que programas eficazes em identificar desertores e cooperadores foram incorporados por gerações daqueles que sobreviveram ao primeiro confronto com os trapaceiros e puderam se reproduzir em maior número.

O consenso, considerado válido por todos os agentes, só se sustenta, sem a necessidade de intervenção estatal, na medida em que a consideração dos interesses dos envolvidos se revelou capaz de, através de sucessivas iterações prévias que restringiram as deserções imotivadas, evitar as consequentes perdas de uma retaliação subsequente. Tais acordos universais sobre normas válidas surgem, portanto, depois que um altruísmo recíproco foi consolidado e não na forma de um incondicional compromisso pela cooperação, como exigido pelo *imperativo categórico*.

A extensão do Dilema dos Prisioneiros ao Dilema Social, representado pelos modelos de jogos de Bens Públicos, obrigam que haja uma revisão da carga da argumentação filosófica tradicional que ainda se reproduz entre os filósofos contemporâneos. Análises implementadas pelos teóricos dos jogos sobre os diversos pontos que influenciam a tomada de decisão em interações com um ou mais atores mostram que soluções simples precisam ser complementadas com novas abordagens que incorporam gradualmente os elementos que determinam uma escolha adequada, segundo uma abordagem mais complexa e próxima às condições concretas do dia a dia. O caminho que conduz ao detalhamento crescente dos modelos de simulações só pôde ser trilhado

244 HOBBS, Th. *Op. cit.*, part. i, cap. XIII, p. 76.

depois que jogos mais simples foram estudados antes. Nesse sentido, a filosofia atual tem nos modelos oferecidos pela Teoria dos Jogos e da Cooperação as ferramentas mais precisas elaboradas até o momento para testar suas hipóteses e resolver aporias que se perpetuam ao longo dos séculos.

O problema do carona não encontra solução definitiva em nenhuma corrente filosófica tradicional. Para tratar esse problema é preciso levar em conta os aspectos conceituais e os princípios que sustentam. Os jogos dos Bens Públicos proporcionam o cenário virtual adequado para que essas teorias sejam trabalhadas, a fim de que respostas plausíveis sejam esboçadas em função de efetiva avaliação dos seus resultados em contextos, senão reais, ao menos verossímeis.

### §18. *Punição e Estado*

A vigilância e a punição, funções que o contratualismo moderno atribuiu a instituições como Estado civil, são mecanismos que surgem no modelo de jogos de Bens Públicos para restringir as deserções e manter estável a cooperação entre os agentes economicamente racionais. No processo evolutivo da espécie *homo sapiens sapiens*, sentimentos de vingança podem ter surgidos como uma forma de consolidar estratégias retaliadoras no programa que rege seu comportamento em relações que envolvam mais de duas partes interagindo entre si. Por outras razões que não foram a princípio fundadas em jogos sociais, os contratualistas defenderam a validade moral das sanções externas, a fim de fazer valer o cumprimento dos pactos.

Entre filósofos contemporâneos, há sérias críticas contra soluções calcadas apenas em sanções externas para o estabelecimento da cooperação ou da condição moral de acordos mantidos por estes meios. O filósofo analítico Ernst Tugendhat, em *Lições sobre Ética* (1993), atacou esse estatuto da moralidade contratualista, considerado por ele, àquela época, no máximo, uma “quase-moral”. Isso porque, na sua concepção, não seria possível fundar uma consciência moral simplesmente por meio de punições externas. O contratualismo, assim, não teria como reivindicar tal conscientização, uma vez pressuposto a racionalidade instrumental de suas ações voltadas primeiro para a maximização da satisfação dos interesses dos agentes.

O contratualismo anuncia uma fundamentação compreensível e correta, só que é fundamentado não em uma moral, mas uma quase-moral. Naturalmente, também não pode ser uma moral o que é fundamentado em caso particular - não podem existir no contratualismo, sendo ele consequente, juízos de valor com pretensão de fundamentação -, mas fundamentar-se (apenas) porque é bom para o indivíduo seguir tais regras. É fundamentado um ser bom relativo para cada um (TUGENDHAT, E. *Lições sobre Ética*, IV lição, p. 83).

O que falta à sanção externa e à fundação de um Estado vigilante que imponha multas aos transgressores para ser forte o suficiente no sentido de fundar a moralidade entre os agentes egoístas está no reconhecimento dessas medidas como boas não apenas para o indivíduo, que terá seu ganho incrementado pela participação forçada do outro na cooperação, mas para todos envolvidos. Isso exige um grau de cognição e racionalidade que a própria teoria dos jogos e da cooperação, a princípio, tratou de

deixar de fora, evitando qualquer petição de princípio, com o propósito de encontrar as causas mais elementares para a preservação da cooperação com muitos indivíduos. Por ter sido a primeira teoria a tratar da punição e do Estado como elementos fundamentais para formação de sociedades pacíficas, o contratualismo pode ser entendido agora com a corrente filosófica afim ao trato das consequências advindas das análises realizadas pelos modelos de jogos de Bens Públicos.

Aos Bens Públicos, falta ainda esse aspecto contratual que permitiria às partes se reunir para formar um corpo jurídico que visasse a contemplar os interesses individuais e coletivos simultaneamente. De fato, os mecanismos da punição e das recompensas atuam de modo semelhante aos objetivos apontados de forma tortuosa por Michel Foucault (1926-1984), em *Vigiar e Punir* (1975). A função a qual tais recursos estão voltados é a normalização de um comportamento que precisa ser controlado para que se atinja um empreendimento comum.

(...) Que aquilo sobre o qual se aplicam esses dispositivos não são as transgressões em relação a uma lei “central”, mas em torno do aparelho de produção - o “comércio” e a “indústria” -, toda uma multiplicidade de ilegalidades, com sua diversidade de natureza e de origem, sem papel específico no lucro, e o destino diferente que lhes é dado pelos mecanismos punitivos. É que finalmente o que preside a todos esses mecanismos não é o funcionamento unitário de um aparelho ou de uma instituição, mas a necessidade de um combate e as regras de uma estratégia (FOUCAULT, M. *Vigiar e Punir*, IV part. cap. III, p. 269).

O que está em jogo nos modelos interativos analisados pela teoria da cooperação é essa batalha surda entre interesses na sobrevivência e reprodução subjacente à seleção natural. Cada indivíduo emprega as estratégias que lhes são disponíveis e as regras melhor sucedidas passarão as gerações seguintes, perpetuando sua existência e normalizando suas atuações em sociedades.

O caráter normativo da punição, denunciado por Foucault, reflete-se também nas estratégias adotadas pelos jogadores no contexto dos dilemas dos prisioneiros e social. Isso significa que, tal como Luce e Raiffa já admitiam, a teoria dos jogos pode ser um instrumento válido para proposições de enunciados normativos, ainda que condicionados à adequação de suas regras a um conflito de interesses real ou a pressupostos de racionalidade para agentes orientados pelos resultados de atitudes. No sentido exposto por John Harsanyi, em artigo de 1993, agentes orientados pelos resultados procuram seguir as regras que levam a um fim almejado e não atribuem um peso significativo, para suas decisões, à utilidade do processo em si, mas sim dos ganhos obtidos<sup>245</sup>.

### *Antes Só, do que Mal Acompanhado*

Todo mecanismo de punição adotado nos jogos de Bens Públicos tem o propósito de resolver os conflitos e interesses existentes entre as partes conflitantes, da mesma forma como Foucault intuiu no seu famoso livro sobre a prisão. Essa guerra não declarada que subjaz a toda interação social, detectada pela teoria dos jogos e da cooperação, está no pano de fundo da argumentação contratualista moderna. Só que,

245 Veja HARSANYI, J. “Normative Validity and Meaning of Von Neumann-Morgenstern Utilities”, p. 312.

enquanto Hobbes não via uma alternativa prática fora do contrato e da possibilidade de se aplicar multas por meio de uma instituição, o Estado, teóricos contemporâneos, notadamente os matemáticos austríacos do grupo de Christoph Hauert, mostraram a possibilidade de transformar o dilema social em uma interação voluntária em que se permita a coexistência de desertores e cooperadores. Com a participação de um terceiro tipo de agente “solitário” - que tem uma possibilidade de obter seu sustento de forma independente - embora os cooperadores não dominem a maior parte da população, pelo menos não seriam explorados<sup>246</sup>.

O modelo de Bens Públicos voluntário traduz o seguinte padrão cíclico de estratégias sua maioria coopera, o melhor é desertar; mas se os desertores dominam, o melhor é cair fora do jogo e agir sozinho, por conta própria. Porém, se os solitários prevalecem, então, grupos pequenos de cooperadores podem prosperar, pois seus ganhos são maiores do que a média de todos grupos de estratégias. Desse modo, o jogo segue a dinâmica do famoso Pedra-Papel-Tesoura – apresentado na figura 1.3, onde nenhuma estratégia pode dominar a outra e não há um ponto de equilíbrio em estratégias puras. Essa dinâmica permite que a cooperação possa persistir ciclicamente, ao invés de desaparecer por completo, como no jogo compulsório, sem punição. Assim, os solitários são um tipo de agente que protegem os cooperadores.

No jogo dos bens públicos, a opção de cair fora permite aos grupos formar-se sobre uma base voluntária, e assim reiniciar a cooperação novamente. Mas cada jogador adicional leva a um retorno da diminuição e uma ameaça de incremento da exploração. Como na terra da Rainha Vermelha [*Red Queen*] que obriga todos a correrem e se manterem no mesmo lugar. Indivíduos mantêm suas estratégias ajustadas, mas a longo prazo não fazem melhor do que se a opção dos bens públicos nunca tivesse existido. Por outro lado, a participação voluntária evita o impasse da deserção mútua que ameaça qualquer empresa pública em grupos grandes (HAUERT, Chr. *et al.* “*Volunteering as Red Queen Mechanism for Cooperation in Public Goods Games*”, p.3).

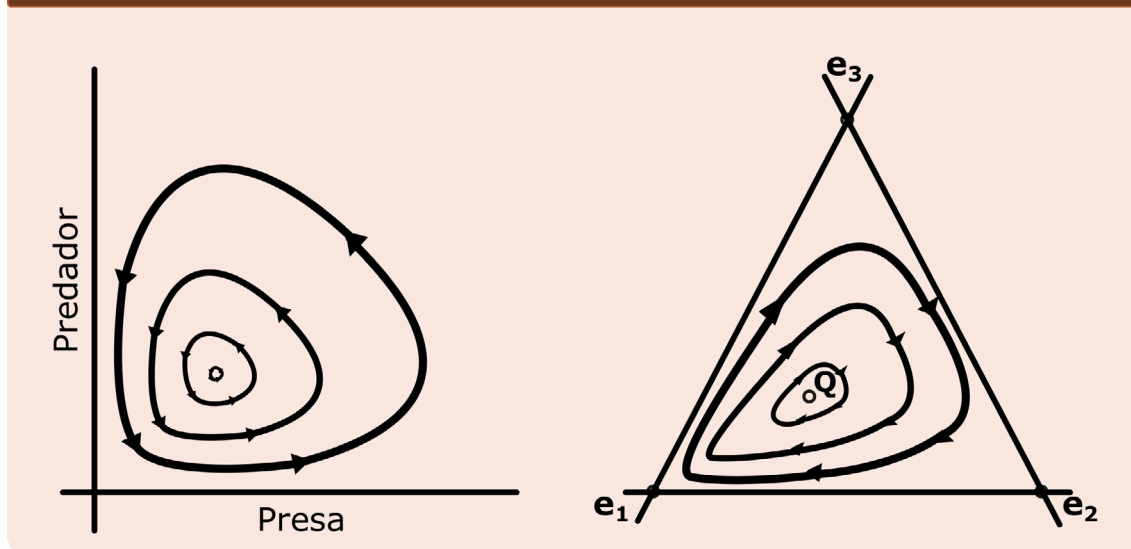
Hobbes não tinha como prever que o mecanismo da Rainha Vermelha<sup>247</sup> de *Alice no País do Espelho* (1872), escrito dois séculos depois de seu *Leviatã* (1651), poderia resolver a guerra de todos contra todos, sem a necessidade de contratos ou da fundação de um Estado. Entretanto, mesmo que soubesse, talvez não ficasse satisfeito com a dinâmica cíclica em que estágios de conflito, dispersão e reunião tivessem que se alternar infinitamente para alguma cooperação ter de prevalecer de tempos em tempos. Um absolutista que era, não aceitaria por certo tanto desgaste por nada. E embora tivesse de reconsiderar a possibilidade de uma vida solitária e autárquica não ser tão bruta e mesquinha como a deserção permanente, por certo, continuaria fiel à necessidade de punição para que fosse mantido um horizonte de oportunidade estável, sob o qual se poderia tecer e realizar planos de vida longos e não intermitentes.

246 Veja HAUERT, Chr. *et al.* “*Volunteering as Red Queen Mechanism for Cooperation in Public Goods Games*”, p. 3.

247 *Red Queen* é uma personagem de *Alice no País do Espelho*, de Lewis Carroll (Charles Lutwidge Dodgson, 1832-1898), que na adaptação brasileira de José Bento Monteiro Lobato (1882-1948) recebeu o nome de Rainha Negra (por razões gráficas). Veja CARROLL, L. *Alice no País do Espelho*, cap. II.



**Figura 6.1 - Ciclo de Predação Lotka-Volterra e Dinâmica Replicadora nos Bens Públicos Voluntário**



Entretanto, caberia uma revisão à descrição da situação original do estado de natureza, admitindo uma alternância de estados em sistemas dinâmicos, fora do equilíbrio - como as observadas em sistemas complexos pela teoria do caos. Mas essa especulação a mais seria igualmente anacrônica. No entanto, não deixa de ser tentador notar as semelhanças nos gráficos resultantes da triangulação cíclica em populações finitas de indivíduos que alternam as três estratégias - deserção, solitária e cooperadora - e o gráfico do ciclo de Lotka-Volterra para predador e presa. O terceiro elemento, o solitário, provocaria o ligeiro desequilíbrio que faz da ciranda das ações um atrator cuja periodicidade pode ser detectada por uma seção de Poincaré<sup>248</sup>.

Os dilemas dos prisioneiros e social permitem abrir a porta para investigações de outros campos interdisciplinares através de suas simulações e testes de campo, como se verá no último capítulo. Uma das razões para o estabelecimento dessas pontes está na utilização da linguagem matemática que permite o encontro de resultados equivalentes a vários campos afins: inteligência artificial, teoria do caos, biologia evolutiva, economia e também a ética. A solução do agente solitário vincula a dinâmica do jogo ao desenvolvimento cíclico de alguns eventos naturais já estudados pela física ou biologia, no controle das populações<sup>249</sup>.

O solitário dos Bens Públicos voluntário corresponde à *saída* no DPI. Isto é, em um DPI, um agente coopera até que o outro jogador deserte e então sai imediatamente. A *saída* impede que o jogador seja explorado e age contra os desertores, impedindo que estes prosperem. Com isso, a mobilidade das populações pode agora ser relevante para o entendimento da sustentação e determinação da cooperação<sup>250</sup>.

248 A seção de Poincaré é um segmento de reta que atravessa o círculo traçado por um fluxo contínuo cíclico para determinar o movimento periódico de um ponto. Essa ideia foi aplicada pelo matemático francês Jules-Henri Poincaré (1857-1912) na tentativa de resolver o problema de um sistema envolvendo três corpos. Em uma região do espaço, imagina-se um plano transversal por onde passariam os corpos em movimento. Haveria periodicidade toda vez que a curva traçada pelo objeto retornasse ao mesmo ponto dessa seção. Aos interessados em Teoria do Caos, recomenda-se a leitura da divulgação de STEWART, I. **Será que Deus Joga Dados?**

249 Veja LEWIN, R. **Complexidades**, onde se passa em revista as principais correntes teóricas dessa área de investigação.

250 Veja AXELROD, R. "On Six Advances in Cooperation Theory", pp. 29-31.

De acordo com o modo como são elaboradas as estratégias, a busca por pagamento mais alto pode gerar uma oscilação permanente da frequência em que as três estratégias - deserção, solidão e cooperação - são alternadas nos Bens Públicos Voluntário. Contudo, a média de pagamento envolvida nessa troca frenética é menor do que o resultado ótimo da cooperação plena. A ação voluntária de sair nos Bens Públicos não produz necessariamente uma fixação dos cooperadores, mas proporciona um limite à deserção, prevenindo a permanência de desertores no seio da população. “São precisos outros mecanismos, tal como a punição para adquirir um regime estável de total cooperação” afirmam Franziska Michor e Martin Nowak<sup>251</sup>.

A despeito das objeções de Tugendhat ao contratualismo, os jogos dos Bens Públicos têm revelado que Hobbes tinha razão. Sem o mecanismo de controle e punição implementado pelo Estado, esperar que a natureza incorpore ao padrão genético o sentimento de vergonha ou culpa que o comprometa com uma ação moralmente aceitável de cumprir os acordos não resolve os problemas enfrentados pelos seres vivos em sua geração. Seria o mesmo que pretender que o trabalho de Sísifo tivesse fim e o rei da mitológica Corinto pudesse descansar de seu castigo eterno, enquanto os desertores procriam em meio à cooperação, sem um perdão divino. O estado de natureza pode não ser exatamente o mesmo descrito por Hobbes. A situação simulada no jogo voluntário permite a convivência de um terceiro personagem entre desertores e cooperadores, o solitário. Todavia, as circunstâncias continuam não sendo a melhor para todos, apesar de mitigada frente as condições precárias de soma zero da guerra generalizada.

Efetivamente, a cooperação pode, em um processo longo e muito lento, surgir entre os organismos vivos em sua constituição celular. Genes e células que colaboram uns com os outros na formação de tecidos, órgãos que formam todo corpo de um ser vivo. Entretanto, esse mesmo organismo está sujeito a ataques de micróbios invasores ou mesmo mutações e mal funcionamento interno, que põem a saúde do vivente em perigo. Entre as espécies, a cooperação também floresceu a ponto de sociedades terem se formado como hoje. Nos animais capazes de formarem suas próprias leis de convivência, intuitivamente, a instituição do governo e do Estado civil veio em socorro daqueles que pretendiam forçar sua segurança, aumentar a expectativa de vida e poder realizar seus planos de vida com maiores chances de êxito.

O mecanismo de punição faz, ainda que artificialmente, que a cooperação se estabeleça com maior eficiência. Nesse sentido, estimula que estratégias cooperadoras evoluam e se tornem estáveis ao longo do tempo, antecipando os efeitos desejáveis da evolução de sentimentos morais espalhados na multidão. Faz o Estado e a punição aquilo que Immanuel Kant previa que fosse sua função: organizar a sociedade de demônios, a fim de garantir a paz interna e externa até que o ser humano venha a superar sua criminalidade e agir conforme a razão de maneira incondicionalmente boa.

(...) O mecanismo da natureza através das inclinações egoístas, que se opõem entre si de modo natural também externamente, pode ser utilizado pela razão como um meio de criar espaço para o seu próprio fim, e regulação jurídica, e assim também, tanto quanto depende do próprio Estado, de fomentar e garantir a paz interna e externa (KANT, I. *A Paz Perpétua*, B 62).

251 MICHOR, Fr. & NOWAK, M. A. “The Good, the Bad and the Lonely”, p. 679.

## §19. A Cooperação nos Bens Públicos

A reação de quem participa de jogos como os dilemas dos prisioneiros e social – como o Bem Público –, registrada pelo economista estadunidense Howard Raiffa, é de estranheza frente a situação em que se encontram. Por vezes, manifestam-se dizendo que deveria haver leis que impedissem tais circunstâncias virem acontecer. Em geral, imaginam que o erro está na estrutura do jogo e não em seus próprios comportamentos. Poucas pessoas conseguem perceber o que representa exatamente esses modelos de jogos e como se mantém a cooperação, em função do maior benefício geral, enquanto, a maior parte dos colaboradores age por confusão ou má interpretação das regras<sup>252</sup>.

Esses modelos simplificados funcionam no sentido de isolar os componentes que influenciam o comportamento dos agentes em contextos reais. Os Bens Públicos correspondem a problemas, em geral, associados com os efeitos da poluição, elaboração de orçamento governamental, pagamento de impostos, entre diversas outras ações individuais que produzem resultados que afetam a todos participantes igualmente. A estranheza ocorre porque a simplicidade desses jogos, desprovidos de qualquer valor particular que as pessoas constroem para justificar seus atos, acaba revelando o comportamento que muitos preferiam manter escondidos sob a máscara de pessoas dignas e honestas. Os modelos de jogos desmontam as histórias que muitos levam anos construindo sobre si mesmo, fazendo florescer os seres inseguros e egoístas preocupados, essencialmente, em sobreviver e reproduzir.

Os efeitos dramáticos da ação humana sobre o meio ambiente, apoiado piedosamente por religiões que simplesmente consideram a espécie *homo s. sapiens* privilegiada pela criação, são resultados nefastos do comportamento detectados por essas singelas simulações. Todo problema levantado pelos Bens Públicos está em encontrar um meio para evitar que os agentes voltados para os seus próprios interesses não se tornem *caronas*, mas continuem contribuindo com os valores necessários para o provimento do bem comum.

A teoria demonstra que voluntariamente isso não ocorre. Não obstante, há uma aversão bem difundida contra ser explorado e receber o pagamento simplório. Por conseguinte, aqueles que naturalmente cooperam devem ter disposição para punir os caronas, se não quiserem ser explorados, a despeito dos eventuais custos da aplicação dessa punição. No dilema dos prisioneiros iterado, a punição decorre da estratégia dominante escolhida em conjunto e a reciprocidade é exigida diretamente pelas duas partes envolvidas. Ampliando o número de participantes, a reciprocidade nos bens públicos ocorre positivamente quando a contribuição dos outros estimula a colaboração de cada um. Porém, desde que os primeiros torneios ecológicos de DPI, se sabe que a cooperação mútua pode ser explorada por uma minoria egoísta que se aproveita da ação dos outros e nada retribui em troca, se não for retaliada.

Sem poder retaliar diretamente ao *carona*, outros agentes têm como alternativa agir da mesma forma, negando sua participação na cooperação. Nesse caso, entretanto, as pessoas são induzidas a reproduzirem as escolhas egoístas, diminuindo sua cooperação inicial. Uma punição direta poderia reverter essa tendência à deserção, inibindo os caronas, a fim de que a cooperação não deteriorasse por completo. Os testes mostraram que mesmo uma minoria de cooperadores, se pudesse aplicar multas cus-

252 Veja RAIFFA, H. *El Arte y la Ciencia de la Negociación*, XXV, p. 337.

tosas à maioria de desertores, poderia fazer com que a cooperação prevalecesse, ainda que nenhum ganho imediato fosse obtido por aqueles que punem - já que o valor da multa é revertido para a banca ou simplesmente desaparece do jogo<sup>253</sup>.

Quanto mais pesada a multa, maior a disciplina observada entre os cooperadores. Assim, a punição funciona como um incentivo à cooperação e encoraja a confiança naqueles que desejam cooperar de boa vontade. Contudo, há um limite para multas muito altas, uma vez que estas acabam reduzindo o estoque de valores disponíveis para aplicação no fundo mútuo, pois retiram quantidades significativas dos caronas e parte dos bens dos cooperadores, que são obrigados a pagarem os custos da cobrança. No início, portanto, as quedas no rendimento são sensíveis, porém na medida em que os efeitos disciplinares e pedagógicos das penalidades forem sendo compreendidos, a tendência é haver um ganho nos pagamentos. “Para obter esses ganhos - advertem Fehr e Gächter - é necessário estabelecer a credibilidade plena da ameaça de punição com punição reais”<sup>254</sup>.

Nesse sentido, os jogos de Bens Públicos servem como aproximação para o trato de normas sociais a serem estabelecidas para manutenção da cooperação, além daquelas outras abordagens mencionadas antes. Por normas sociais, entende-se o comportamento regular sobre algo que se acredita que deva ser feito, caso contrário, uma sanção social informal será mobilizada.

Assim, uma norma social pode ser pensada como um tipo de bem público comportamental em que cada um poderia fazer uma contribuição positiva - isto é, cumprir a norma social - também onde indivíduos precisam estar dispostos a vincular a norma social com sanções sociais informais, mesmo com algum custo imediato para si mesmo (FEHR, E. & GÄCHTER, S. “*Fairness and Retaliation*”, p. 9).

Tal como na intuição do contrato hobbesiano, à norma social não se requer que seja explicitamente regulada. Basta que se adote um comportamento semelhante ao observado no relacionamento familiar, com a vizinhança ou mesmo em clubes e associações informais. As normas sociais, dessa forma, podem reger o uso de recursos em um fundo mútuo, ou resolver o problema da invasão de terras e disputa entre latifundiários. Generalizadas na sociedade, as normas estão por trás da participação informal voluntária que está na base do convívio comunitário. Contudo, por ser formal e se aplicar a qualquer tipo de agrupamento, nem sempre as normas sociais regulam ações desejadas pela sociedade em geral, sobretudo quando adotada por cartéis, pelo crime organizado, por políticos e empresários corruptos etc. Por serem informais, sua validade moral depende do contexto em que é constituída, bem com da área de sua atuação<sup>255</sup>.

O que vale dizer que os jogos de Bens Públicos não implicam necessariamente na fundação de um Estado civil, como a antiga pretensão de Hobbes. Não obstante, exige que haja ao menos a formação de um grupo social que sirva de apoio às ações coordenadas de indivíduos para elaboração de uma determinada atividade, cujo fim só

253 Veja FEHR, E. & GÄCHTER, S. “*Fairness and Retaliation*”, pp. 6/7.

254 FEHR, E. & GÄCHTER, S. “*Cooperation and Punishment in Public Goods Experiments*”, p. 991.

255 Veja FEHR, E. & GÄCHTER, S. “*Fairness and Retaliation*”, pp. 9 e 10.

pode ser atingido através da participação de mais de dois jogadores. As normas e seus mecanismos de punição dependem do grupo ao qual estão vinculados. A reciprocidade exigida decorre então de uma propriedade emergente da associação de agentes egoístas em torno de um fim a ser alcançado em conjunto.

Apenas quando a quantidade de agentes excede um patamar que não é possível aos participantes aplicarem por si mesmos as devidas sanções aos desertores, por causa da dificuldade de identificação dos caronas, torna-se necessária a montagem de um aparato externo ao grupo, com intuito de restringir ações individuais e prever aplicações de multas aos que não são atingidos diretamente pela retaliação do cooperador. Evolutivamente, a seleção dos arranjos culturais bem-sucedidos - em geral, aqueles que mantêm uma forte reciprocidade entre seus membros - pode ter gerado as condições para que uma instituição maior fosse aceita como órgão de controle das diversas associações. Por conseguinte, a cooperação em sociedade foi favorecida sob esse aspecto<sup>256</sup>.

Também contribuem para cooperação com muitos participantes, além do medo da punição, a conscientização, o hábito e fatores culturais da sociedade. Mas o fator evolutivo que torna a imposição de penalidades, com custo para os cooperadores, algo viável de ser recomendado é o prazer da vingança que se percebe na espécie *Homo s. sapiens*. Nos experimentos em que havia a mudança na formação do grupo, com os participantes sendo remanejados para novas associações, os associados que haviam tido enfrentamento com caronas antes sentiram uma especial satisfação em punir os novos desertores, superando até mesmo o interesse pelo desempenho econômico geral do fundo comum<sup>257</sup>.

Esse comportamento levou Karl Sigmund e colegas a suporem que “padrões éticos e sistemas morais diferem de cultura para cultura, mas nós podemos presumir que eles são baseados em capacidades universais enraizadas biologicamente, do mesmo modo que centenas de diferentes linguagens são baseadas em um universal instinto da linguagem”<sup>258</sup>. Em última instância, ainda que nenhum desses aspectos fosse suficiente por si mesmo, a cooperação poderia surgir periodicamente em situações em que fosse possível uma participação voluntária e não compulsória. Assim, depois da deserção e da cooperação, essa terceira alternativa permitiria aos agentes cuidar deles mesmos, sem depender do outro, ou de uma associação com quem não coopera e tenta explorar os ganhos do fundo mútuo.

### *Hora de Votar*

Outros modelos de jogos, que não a punição nos Bens Públicos, são utilizados para analisar a maneira pela qual os recursos podem ser alocados, no intuito de viabilizar a realização de um bem comum. O sistema de votação é uma das alternativas mais empregadas nas sociedades democráticas. Trata-se de um mecanismo que só se aplica para jogos com mais de duas pessoas. E, quando a votação é feita na ausência de comunicação, assemelha-se a um dilema dos prisioneiros de múltiplas partes, ou o dilema social que foi discutido antes.

256 Veja FEHR, E. & HENRICH, J. “Is Strong Reciprocity a Maladaptation?”, p. 29.

257 Veja SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. A. “The Economics of Fair Play”, p. 87.

258 SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. A. *Op. cit.*, *idem*.

Uma votação pode ser descrita como um jogo na forma normal, ou estratégica, onde uma lista de votação corresponde às linhas de ação que serão adotadas pelos eleitores. Estes tem conhecimento comum de todas opções e da maneira que a votação da maioria determinará os resultados finais. A maioria dos votos sobre uma estratégia indica a forma como o bem público será ou não produzido. Se for possível haver a comunicação prévia entre os eleitores, então composições podem ser feitas em torno de um partido que defenda os interesses de seus membros. Cada jogador-eleitor procurará votar na estratégia que lhe for mais conveniente, maximizando sua utilidade<sup>259</sup>.

Nessa descrição sumária, cujas variáveis podem se ajustar a circunstâncias específicas, quatro tipos de comportamento geral podem ser adotados. Primeiro, todos eleitores podem votar de acordo com uma única estratégia. Segundo, a maioria de eleitores pode revolver agir conforme um outro princípio que não o da minoria. Em terceiro, cada um pode votar segundo seus princípios particulares. Por fim, a criação de blocos pode formar a maioria em torno das estratégias seguida por seus membros. O bloco, portanto, se apropria do bem comum em favor da sua associação. Na votação em bloco, os eleitores individualmente podem seguir seus próprios princípios, unindo-se na hora do escrutínio em bancadas que componham a maioria e favoreçam os interesses dos seus participantes. Assim, o bloco diferencia-se da maioria coesa que segue o mesmo princípio e não necessita de nenhuma negociação para ganhar a eleição.

Na prática, entretanto, a maioria pode se desfazer quando alguns de seus membros aproveitam para manobrar as votações, a fim de atenderem apenas seus interesses particulares. Logo que essa estratégia é percebida, o grupo majoritário desaparece e cada um passa a votar segundo suas próprias preferências, enquanto outros blocos passam a ser formados. E se não há comunicação prévia, uma votação passa a caracterizar um dilema social, ou dilema dos prisioneiros multipartidário, onde a unanimidade é o resultado cooperativo e o voto individualista a deserção da maioria<sup>260</sup>.

A manipulação dos resultados em uma votação pode ser feita sem que haja necessariamente uma fraude eleitoral. Basta apenas que o encarregado de estipular a ordem do que vai ser votado em dois turnos o faça do modo que lhe for mais conveniente. A manipulação da pauta de votação será eficaz principalmente quando as preferências dos diversos partidos forem intransitivas:  $A > B > C > A$ . Imagine, como sugere Hal Varian, que em um parlamento a ordem seja primeiro votar a proposta “A” e a alternativa “B”. O resultado seria a vitória de “A”. Depois, se fizesse escolher entre “A” e “C” - como a maioria prefere “C” a “A” ( $C > A$ ) -, o resultado final desta sessão será a vitória de “C”<sup>261</sup>.

De outra maneira, caso se votasse em primeiro turno “C” contra “A” e, em seguida, a vitoriosa “C” contra “B”, o resultado final seria o sufrágio de “B” ( $B > C$ ). O único modo da opção “A” vencer seria primeiro propor a votação entre “B” e “C” para depois colocar “A” na disputa com “B”. O resultado final seria a esperada vitória de “A” ( $A > B$ ). A manipulação do resultado por um agendador sagaz é inevitável quando as preferências da maioria das pessoas não é transitiva. A intransitividade das preferências, que para muitos caracteriza uma irracionalidade ou, pelo menos, fraqueza de

259 Veja DAVIS, M. D. **Teoria dos Jogos**, cap. 6, p. 193 e VARIAN, H. **Microeconomia**, cap. 35, § 35.8, p. 705.

260 Veja DAVIS, M. D. **Op. cit.**, cap. 6, p. 194.

261 Veja VARIAN, H. **Op. cit.**, *idem*.



vontade no indivíduo, foi detectada nos experimentos de Maurice Allais, nos quais as pessoas tinham de fazer suas escolhas em ambientes de incerteza<sup>262</sup>. Entretanto, no contexto social não é possível falar de irracionalidade da maioria, pois mesmo que cada indivíduo mantivesse suas preferências transitivas, ainda assim seria possível ao grupo formar preferências circulares.

Por conta do “paradoxo dos eleitores”, frequentemente, os resultados das eleições geram uma insatisfação e ineficiência na produção de um bem público, devido à inconsistência de uma maioria dotada de preferências manipuláveis. A impossibilidade de solucionar esse problema de determinação das preferências da maioria foi apresentado com clareza pela primeira vez por Edward John Nanson (1850-1936), no livro *Transactions and Proceedings of the Royal Society of Victoria (Processos e Transações da Sociedade Real de Vitória, 1882)*. O problema decorre do fato de um grupo preferir A a B; outro preferir B a C e um terceiro C a A. Individualmente, as preferências de cada eleitor podem até ser coerentes e transitivas, mas as escolhas que fazem socialmente não são. Disto resulta que o conselho de orientar as pessoas a seguirem sua ordem de preferência nem sempre determina a vontade de toda sociedade.

Em consequência disso, o economista Kenneth Joseph Arrow demonstrou seu famoso teorema de Bem-Estar Social como a inviabilidade de se descobrir uma relação de preferências da sociedade que satisfizesse as seguintes condições:

1. A partir das preferências individuais, para uma função de bem-estar social garantir a preferência A sobre B, então esta função deve sempre favorecer A, se uma nova relação de preferências dos indivíduos fizer de A mais preferida do que antes;
2. Quando A for parte do conjunto total de alternativas, se todos indivíduos preferirem A a B, a sociedade preferirá sempre A;
3. Existe sempre um padrão de preferência do indivíduo que fará a sociedade escolher uma alternativa existente entre seus membros;
4. Nenhum indivíduo pode ditar as suas preferências como sendo aquelas que a sociedade deve seguir.

Não há uma função social que atenda essas quatro restrições, pois se uma sociedade preferir A a B, a despeito das preferências individuais, então não haveria necessidade de se levar o grupo à votação. Por outro lado, tal escolha também seria desnecessária se uma só pessoa fosse capaz de determinar o que a sociedade deve escolher, como no caso de uma ditadura. Portanto, nenhum indivíduo poderia gerar as preferências de uma sociedade, nem estas poderiam ser formadas pela vontade da maioria de votantes, daí a impossibilidade do bem-estar social se basear em preferências individuais. O que faz da eleição um mecanismo pouco eficiente.

---

262 Veja ALLAIS, M. F. Ch. “Le Comportement de l’Homme Rationnel Devant le Risque”, p. 527.

# Capítulo 7

## Ultimato

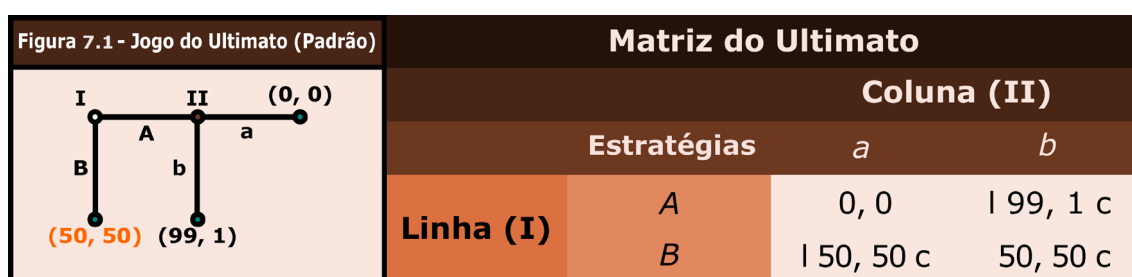
No modelo dos Bens Públicos, tem-se a extensão adequada do Dilema dos Prisioneiros para dilemas sociais, onde mais de duas partes devem decidir entre cooperar ou não em um empreendimento comum. Com muitos jogadores envolvidos, os Bens Públicos mostram a necessidade de se ter um instrumento para impedir que desertores permaneçam explorando a cooperação na ausência de uma punição direta pela retaliação recíproca entre as partes. Se, devido à distância entre os diversos agentes, a reciprocidade forte não pode ser efetuada, o que os Bens Públicos ensinam é que haja a instituição de um mecanismo que fiscalize e aplique as penalidades convenientes, a fim de inibir a deserção e permitir que a cooperação seja estabilizada.

Amiúde, os modelos de Bens Públicos são implementados por meio de decisões tomadas simultaneamente entre os agentes, podendo ser repetido por várias rodadas. Uma outra maneira de aplicar esse modelo de jogo a uma dinâmica de movimentos alternados com dois jogadores é transformá-lo em Ultimato. O jogo do Ultimato tem sua invenção relacionada com o aparecimento do artigo dos economistas alemães Werner Güth, Rolf Schmittberger e Bernd Schwarze, de 1982, intitulado “*An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining*” (“*Uma Análise Experimental da Negociação do Ultimato*”). Trata-se, o Ultimato, de Bens Públicos simplificado, onde a banca oferece uma quantia fixa a dois jogadores que devem decidir como dividi-la entre si. O primeiro jogador (o *líder*) deve então fazer uma proposta de divisão ao segundo jogador (o *receptor*), que, por sua vez, deve responder se a aceita ou não. Caso aceite a oferta o dinheiro é distribuído da maneira que foi sugerida pelo líder. De outro modo, a rejeição implica na devolução de todo o montante à banca que nada disponibiliza para ambos.

No modelo do Ultimato, uma oferta alta da parte do líder significa um prêmio de estímulo à cooperação do outro. Em outras palavras, o benefício que o receptor obtém é igual ao custo da doação feita pelo líder. Por outro lado, ofertas irrisórias são passíveis de punição pelo receptor. O custo da recusa, para este, equivale à taxa paga à banca, nos Bens Públicos, para aplicar uma multa maior ao líder - tão grande quanto o valor que este pretendia alcançar. Entre agentes egoístas racionais, a teoria dos jogos prevê que uma proposta de 99% para o primeiro jogador e 1% para o segundo deveria

ser feita pelo líder e aceita pelo receptor.

A razão dessa escolha ser considerada a mais racional está no fato do jogador A (o “líder”) saber que a “folha” onde se encontra o resultado (99, 1) representa um equilíbrio perfeito para essa pequena árvore, segundo a indução reversa (Figura 7.1). Na forma estratégica, ou normal (Matriz), percebe-se também que a estratégia “b” domina fracamente a opção “a” do Receptor (jogador II), quando o Líder escolhe “B” e fortemente, quando este joga “A”. De qualquer modo, o Receptor é o único que possui uma estratégia dominante e o Líder pode explorar essa circunstância se souber que o outro é um agente racional. Se esse for o caso, o Líder não teria porque temer um desvio para “a”, posto que dos dois equilíbrios de Nash existentes nessa matriz, restaria apenas o equilíbrio perfeito a ser escolhido depois da escolha de “A”. Na forma normal ou extensiva, a recomendação para o primeiro jogador é optar por “A”.



Contudo, não é isso que ocorre na maioria dos testes realizados com pessoas em laboratório e em campo. De acordo com Hal Varian, experiências feitas com estudantes estadunidenses apresentaram ofertas para o receptor em torno dos 45% do total. Ofertas estas que eram, em geral, bem-sucedidas<sup>263</sup>. O Ultimato é jogado, geralmente, em uma só rodada com ofertas protegidas pelo anonimato. Porém, se é permitido ao Líder saber que tipo de receptor enfrentará, alguns fatores importantes para compreensão dessas ofertas fora do padrão teórico podem ser detectados. Se o Receptor for alguém incapaz de punir ou tenha a reputação de pessoa fria e racional, a tentação de desertar aumenta. Por outro lado, se o histórico do Receptor for de uma pessoa emotiva e pronta a manter sua fama de negociador “duro”, o melhor talvez seja propor uma divisão mais equitativa próxima do equilíbrio imperfeito, mas justo.

Enquanto os líderes fizerem ofertas com o objetivo de maximizarem seu ganho, conforme a possibilidade de rejeição, as previsões dos teóricos estão salvas. O problema surge a partir do comportamento do receptor em não aceitar nenhum valor maior do que zero. A explicação que vem sendo fornecida por dezenas de trabalhos realizados em torno do Ultimato tem apelado para inclusão de reações psicológicas, consolidadas durante o processo de evolução da espécie *Homo s. sapiens*, no cerne de seus diagnósticos teóricos.

A aparente irracionalidade humana em oferecer e pretender uma divisão justa indica que algo mais está em jogo no Ultimato do que apenas maximizar a utilidade de interesses pessoais imediatos. O motivo mais provável talvez seja o fato das pessoas entenderem o jogo como parte de uma interação que pode ser repetida outras vezes, mesmo quando se afirma expressamente que o jogo será realizado em uma única rodada. As pessoas sabem por experiência própria que atitudes grosseiramente injustas

263 Veja VARIAN, H. *Microeconomia*, cap. 29, § 29.7, p. 575.

são passíveis de retaliação. Para evitar o risco de rejeição, procuram fazer propostas razoáveis, do ponto de vista partilhado por sua comunidade. Dessa forma, tanto líderes, como receptores, conseguem manter sua reputação de bons negociadores, entre os seus.

A recusa de propostas baixas tem um pequeno custo para o Receptor e um alto preço pago pelo Líder. Entretanto, a reputação construída de não oferecer nem aceitar “esmolas” favorece maiores ganhos no futuro, ao mesmo tempo que inibe tentativas de estabelecer uma distribuição desigual de recursos. A forma pura do Jogo do Ultimato simplifica muito a realidade cotidiana, ao evitar que haja uma contraoferta, através da qual as pessoas poderiam obter informações umas das outras, desaparecendo e encerrando a negociação caso a divisão permanecesse desequilibrada, a ponto de não ser considerada válida. Não obstante, tais limitações permitem que se avalie exatamente quais são os fatores que estão influenciando as deliberações, mudando aqui ou ali as variáveis que forem mais relevantes para análise.

Tais restrições, ao invés de serem desvantajosas, deixam-nos estudar o comportamento humano em situações bem definidas, descobrindo os princípios fundamentais que governam nosso mecanismo de tomada de decisão. O processo é algo de semelhante às colisões de partículas da física no vácuo, voltados para o estudo de suas propriedades (SIGMUND, K., FEHR, E., NOWAK, M. A. “*The Economics of Fair Play*”, p. 84).

O jogo do Ultimato vem sendo aplicado por neurocientistas atentos que buscam localizar na atividade cerebral as áreas responsáveis pelo processo de decisão - observados por meio de tomógrafos computadorizados. Entre agentes humanos, o pleno conhecimento dos tipos que participam do Ultimato leva os jogadores a se comportarem de acordo com a norma social que manda cooperar e punir os desertores. Ao passo que, quando as ofertas são feitas por uma máquina, os receptores tendem a aceitar volumes mais baixos de dinheiro ao contrário do que geralmente se observa entre dois humanos. Destarte, as propostas dirigidas a computadores são as mais desiguais possíveis<sup>264</sup>.

O sentimento de vingança que aflora no jogo dos Bens Públicos aparece no Ultimato acompanhado pela indignação de ter sido alvo de um desertor. Nesses dois casos, a vingança é definida por um custo ou risco que alguém tem de correr para impor uma penalidade a quem obteve ou quer obter uma vantagem sobre a boa vontade do agente em cooperar. A vingança é um sentimento moral internalizado que emerge naturalmente pelo desejo de impor um sofrimento a outra pessoa ou objeto que lhe tenha causado algum dano. Tal reação teria sido consolidada pela evolução no repertório de estratégias inatas a serem acionadas sempre que o sujeito se sentir prejudicado. Como afirma o sociólogo norueguês Jon Elster, “esse tipo de comportamento é universal”<sup>265</sup>.

Uma norma social é um outro mecanismo à disposição das pessoas, a fim de poderem incorporar o sentimento de vingança ao de justiça presente em muitas formas de organização da sociedade, tais como a *vendetta* dos mafiosos. Assim, como nos Bens Públicos e no Dilema dos Prisioneiros, a capacidade de retaliação permite que o medo de uma sanção externa acabe por gerar maiores prejuízos no Ultimato. O medo da

264 Veja SIGMUND, K., FEHR, E., NOWAK, M. A. “*The Economics of Fair Play*”, p. 84.

265 ELSTER, J. “*Some Unresolved Problems in the Theory of Rational Behavior*”, p. 187.

vingança é suficiente para explicar porque as pessoas evitam uma divisão injusta, a despeito dos seus interesses pessoais. Isso reforça o argumento de Hobbes e rebate as objeções de Tugendhat, acerca do estatuto moral do contratualismo<sup>266</sup>.

### *Implicações do Ultimato*

Toda essa discussão sobre os sentimentos envolvidos na situação de ultimato provoca, ao menos, duas posições extremas e contrárias. Uma que considera necessário, para considerações éticas, que tais sentimentos estejam incorporados no indivíduo, a fim de florescer uma conscientização que reconheça as sanções externas como sendo algo com valor moral para expiação de suas culpa e vergonha, sentidos em foro íntimo. Outra posição argumenta que tais sentimentos pouca utilidade têm na satisfação de critérios de racionalidade, no momento em que se precisa tomar uma decisão sobre a conduta a ser adotada. De fato, reações baseadas em regras preconcebidas e instaladas no agente serão de alcance reduzido se não permitirem que estas sejam capazes de se adaptarem às circunstâncias novas que não estavam prevista pela programação prévia.

Jogos como Ultimato, Bens Públicos e Dilema dos Prisioneiros têm indicado que programas muito simples facilitam a vida do programador, mas dificultam a adaptação a ambientes mais complexos. As simplificações são úteis para ajudar a compreender quais são os ingredientes fundamentais das interações, sem, no entanto, autorizar qualquer avanço sobre o modo como as pessoas deverão agir necessariamente dadas certas condições. O que não quer dizer que esses estudos sejam de todo vedados a proposições normativas acerca de linhas de ação recomendáveis para determinadas circunstâncias. Na Alemanha, dois pesquisadores do Instituto Max Planck para Pesquisa Psicológica, Peter M. Todd e Bernhard Borges, analisaram o papel da racionalidade e o grau de complexidade suficiente para agentes que pudessem ser considerados socialmente inteligentes, a partir do jogo do Ultimato. Confrontaram propostas de alguns autores que defendiam a inclusão de uma capacidade de aprendizagem por reforço e de outros que sustentavam ser o raciocínio dedutivo necessário não só para compreensão dos problemas reais, mas também para imaginar os futuros obstáculos. Discutiram, ainda, as hipóteses contrárias à utilidade de um lento processo que, ao invés de ajudar, dificultaria as tomadas de decisão. Posto que os resultados obtidos pelos agentes capazes de aprender com o reforço de experiências anteriores e prever novas ações seriam algo externo à teoria dos jogos e que não faria parte de ser escopo de investigação<sup>267</sup>.

Por sua vez, Todd e Borges não consideram essa objeção à racionalidade definitiva. Para esses autores, o importante seria definir que tipo de raciocínio deveria ser acrescentado aos agentes sociais a fim de que estes pudessem resolver problemas como o do Ultimato. A maneira como seres humanos têm reagido às ofertas do ultimato estão próximas daquela adquirida por agentes dotados de uma regra de raciocínio behaviorista de *aprendizagem por reforço*. Ao lado da regra de reforço, acrescenta-se o raciocínio lógico que proporciona a cada um a capacidade de inferir as respostas do Receptor, a partir de informações sobre sua aceitação das propostas anteriores. Assim, com base nesses dados, poder-se-ia antecipar suas reações futuras em situações seme-

266 Ver HOBBS, T. *Leviatã*, I part., cap. XV, p.94 e TUGENDHAT, E. *Lições sobre Ética*, IV liç., p.83.

267 TODD, P.M. & BORGES, B. “*Designing Socially Intelligent Agents for the Ultimatum Game*”, p. 135.

lhantes. Mantidas as mesmas condições, maiores seriam as chances de uma proposta igual ou maior à historicamente aceita ser também bem-sucedida.

Essa mistura de raciocínio e aprendizagem, ao invés de sustentar o Ultimato na forma prevista pelos teóricos dos jogos, com o tempo, encaminharia os resultados para o comportamento similar àquele observado entre humanos que participam de experimentos com esse tipo de jogo - próximo da divisão equitativa meio a meio. Tal fuga da solução perfeita (99, 1) dever-se-ia ao acréscimo do raciocínio que antecipa os resultados na forma da regra lógica que manda subir os valores ofertados, em vez de mantê-los fixos, apoiados na suposição de que a aceitação de uma oferta baixa implica em uma regra do tipo “aceitar qualquer coisa”. O fundamento dessa regra lógica está no fato de que se uma proposta foi aceita antes, uma oferta posterior um pouco maior deverá necessariamente de ser aceita, se nenhum fato relevante tiver sido alterado.

Contudo, interpretações behavioristas pessimistas considerariam esse tipo de acréscimo de raciocínio prejudicial aos resultados ótimos do líder, pois reduziria cada vez mais os seus ganhos a cada nova oferta. Sendo assim, a inferência acrescentada ao ensino geraria resultados piores e distorceria o aprendizado. Não obstante, a conclusão pessimista dos behavioristas que considera irrelevante a inclusão do raciocínio à aprendizagem por reforço só se sustenta se o ambiente no qual Líder e Receptor tomam suas decisões se mantiver sempre como está sem perturbações. Entretanto, para cenários dinâmicos, o processo de adaptação aparece com maior complexidade e não se deverá considerar apenas as propostas ótimas para o Líder, mas a probabilidade de recebimento de respostas negativas do Receptor como uma estratégia para elevar os ganhos futuros. Nesse cenário estratégico, que considera as reações do outro, agentes que atuassem apenas por reforço teriam os piores resultados se não levassem em conta a possibilidade de aumentar suas ofertas como um indivíduo que raciocina e aprende. A inclusão do raciocínio na aprendizagem torna mais flexível e rápida a adaptação da oferta a novas situações, prevenindo respostas negativas, o que não seria possível agindo apenas por estímulo e reforço.

[E]m estudos complementares temos considerado os efeitos da coevolução entre estratégias de ofertas e aceitação com nossa gama total de estratégias de raciocínio-mais-aprendizagem, e descobrimos mais uma vez que o complexo processo de coadaptação pode levar agentes ao comportamento do tipo humano em jogos do ultimato, mas muito mais rapidamente do que poderiam apenas aprendendo por reforço. Talvez seja o caso quando pretendemos modelar o nível humano de inteligência social em jogos simples, adicionando o tipo certo de raciocínio que podem gerar ganhos rápidos (TODD, P. M. & BORGES, B. “*Designing Socially Intelligent Agents for the Ultimatum Game*”, p. 136).

Uma variante radical do Ultimato permite avaliar até onde vai a generosidade do líder. O denominado jogo do Ditador dá ao Líder a oportunidade de dividir os valores da maneira que achar melhor, enquanto o Receptor só pode aceitá-la, sem jamais recusar. Nesse caso, não haveria então que temer qualquer punição para ofertas egoístas, uma vez que não cabe a rejeição por parte do outro. Mesmo assim, as partilhas ficam



longe da previsão teórica e perto da divisão equitativa. Não tanto como no Ultimato, mas razoáveis, pelo que se poderia esperar. Novamente, a explicação para esse tipo de comportamento recai sobre a reputação que o líder tenta construir. Pois, a fama de “mesquinho” e mau cooperador poderia lhe prejudicar no futuro. Essa conclusão é reforçada pelos resultados obtidos em uma versão ainda mais radical chamada de Ditador Duplo-Cego. Aqui as ofertas são feitas sem que o Receptor e experimentador saibam quem fez a proposta. Só assim, protegido pelo duplo anonimato, o comportamento egoísta finalmente aparece e o Líder, em geral, fica com tudo para si<sup>268</sup>.

Também há uma outra versão do Ultimato híbrida ao Bens Públicos que procura capturar a reciprocidade positiva através do Jogo da Confiança. Neste modelo, o Líder propõe a sua divisão e a banca tripla o valor destinado ao Receptor que deve decidir se devolve parte ou tudo que recebeu ao Líder. Agora, o que acontece na maioria dos casos é o envio do dinheiro por parte dos líderes e a devolução de alguma quantia por parte dos receptores, independente do montante envolvido. A reciprocidade é entendida como resposta de um jogador a uma ação que foi feita pelo outro sem esperar nenhum ganho imediato, em favor da cooperação ou deserção. No jogo do Ultimato, a punição da recusa corresponde à reciprocidade negativa, observada em testes realizados por várias culturas distintas. Enquanto, a reciprocidade positiva aparece estampada nas restituições dos valores feitos no jogo da Confiança<sup>269</sup>.

## §20. Um Teste de Thomas Schelling

No começo da moderna teoria dos jogos, foram lançados muitos livros que logo se tornaram clássicos contemporâneos da matéria. Ao lado do inaugural *Theory of Games and Behavior Economics* (1947), de Von Neumann e Morgenstern, podem ser listados *Games and Decision* (1957), de Luce e Raiffa, *Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher* (1955), de Richard Bevan Braithwaite e *Lutas, Jogos e Debates*, de Anatol Rapoport, entre outros. Muitos desses livros continham informações específicas do contexto em que foram redigidos, no auge da Guerra Fria. Mesmo assim, as hipóteses gerais que estavam subjacentes a eles permaneceram como uma contribuição perene e como fonte inspiradora de teses que foram atualizadas depois. É o caso de *The Strategy of Conflict*, de Thomas C. Schelling, com edições publicadas entre os anos 1959 e 1963.

Esse livro trouxe uma ampla análise sobre as tensas relações internacionais de seu tempo. Forneceu também as bases do estudo de jogos de coordenação e do papel da comunicação, implícita ou explícita, na solução de situações em que as ações precisam chegar a um *ponto focal* que satisfaça os interesses de ambos encontrarem um lugar-comum para poderem realizar seus ganhos, impossíveis de serem alcançados por um agente solitário. O conceito de “ponto focal” foi determinado a partir de uma série de exemplos imaginados, onde indivíduos com interesses divergentes precisavam escolher uma estratégia adequada para satisfazê-los, sendo obrigados a levarem em conta os interesses dos outros, a fim de serem bem-sucedidos.

Entre diversos experimentos apresentados no terceiro capítulo de seu livro, Thomas Schelling imaginou um em que dois jogadores estavam na condição de terem de dividir uma quantia em dinheiro (\$100) em duas partes, tal como no jogo do Ultimato.

268 Veja HENRICH, J. et al. “In Search of Homo Economicus”, I, p. 75 e PINKER, St. *Tabula Rasa*, cap. 14, p. 351.

269 Veja FEHR, E. & GÄCHTER, S. “Fairness and Retaliation”, in *Journal of Economic Perspective*, n° 14, pp. 159-181.

Contudo, diferente deste, os dois estavam isolados e tinham de fazer suas propostas simultaneamente, sem nenhuma forma de comunicação entre eles. Cada uma das partes se via então envolvido em uma negociação tácita entre si, em que ambos tinham de coordenar suas ações com base em interesses, ao mesmo tempo, comuns e divergentes. Devido à simetria existente, a divisão teria de ser igual, caso contrário, ninguém receberia nada<sup>270</sup>.

Na ausência de comunicação, jogadores são obrigados a observar o ponto de vista dos outros e a proporem uma solução que considere os interesses dos envolvidos igualmente. O resultado meio a meio que, no jogo do ultimato original, surge apenas como uma hipótese que não está em equilíbrio perfeito, no teste sugerido por Schelling, aparece como uma “dica” matemática na qual os participantes reconhecem sua validade para aquela ocasião. Mas isso é apenas um artifício matemático para jogadores que não podem se comunicar e saibam ao menos operar uma divisão corretamente. A igualdade da decisão resulta do conhecimento que as pessoas têm de que o outro, se for como o agente, quererá maximizar os seus ganhos do mesmo modo. Por conta disso, não desejará obter ganhos menores do que a metade que estaria disponível na distribuição de um bem entre indivíduos com a mesma constituição. O *ponto focal* desse tipo de jogo recai sobre a repartição justa. E é lá que os rivais devem se encontrar caso queiram satisfazer seus interesses, em parte opostos, em parte convergentes. Devem, então, coordenar suas ações para esse objetivo, embora os resultados lhes sejam sub-ótimos<sup>271</sup>.

O ponto focal descoberto por Schelling em jogos de coordenação representa a solução dos problemas apresentados nesses modelos de situações. Trata-se de uma marca notória que é reconhecida pelos participantes como sendo adequada para o encontro das ações de cada um. No caso da negociação explícita, como o Ultimato, essa representação acaba por influenciar a orientação da solução que os jogadores devem adotar. E o acordo último, no qual os participantes não podem mais recusar o acordo. A intuição do ponto focal acrescenta um detalhe a mais às outras explicações oferecidas pelos pesquisadores sobre os resultados fora do equilíbrio perfeito no jogo do Ultimato.

(...) O resultado final precisa ser um ponto do qual ninguém espere que o outro recuse, enquanto o principal ingrediente dessa expectativa é que um pensa que o outro espera que o primeiro espera e assim por diante. De certo modo, fora desta situação fluida e indeterminada que aparentemente não prova nenhuma razão lógica para ninguém esperar alguma expectativa que se espera ser esperada por esperar, uma decisão é requerida. Essa expectativa infinitamente reflexiva precisa de alguma forma convergir para um ponto único, ao qual cada um espera que o outro não espera ser recusado (SCHELLING, Th. C. *The Strategy of Conflict*, cap. 3, p. 70).

A racionalidade do ponto focal está em busca de um lugar que satisfaça a incessante cadeia do pensamento recursivo entre pessoas que tenham conhecimento comum sobre os tipos que participam da interação. Esse argumento de racionalidade estraté-

270 Veja SCHELLING, Th. *The Strategy of Conflict*, cap. 3, p. 61.

271 Veja SCHELLING, Th. *Op. cit.*, cap. 3, p. 65.

gica depende entretanto de uma suposição forte de que haja, entre aqueles que se vai encontrar, a possibilidade real do outro ser alguém que procura maximizar seus ganhos como o próprio agente.

Porém, se a informação partilhada for de que o outro possa ser considerado irracional e que não visa o melhor para si, a dificuldade imposta pela ausência de comunicação ao ultimato está em saber agora em que ponto de divisão entre os dois jogadores será bem-sucedida. Ainda que o agente quisesse tirar vantagem de sua informação sobre o tipo de irracionalidade do outro, não poderia fugir da orientação matemática, devido à impossibilidade de saber qual resultado seria mencionado.

Independente da racionalidade atribuída aos agentes, a divisão simultânea e sem comunicação faz da solução matemática a única resposta plausível de ser aconselhada. A existência de um ponto focal no jogo do Ultimato traz alguma complicação ao argumento que defende a retaliação e a vingança como aspectos cruciais para a tendência de pessoas oferecerem e aceitarem propostas de divisão justa entre as partes. Do ponto de vista do experimento de Schelling, a escolha do ponto focal meio a meio resulta da procura de um marco que oriente as ações dos agentes em função de um objetivo que os livre do pensamento recursivo. Mas agora, jogado sequencialmente, a teoria dos jogos sugere que as opções atendam ao ponto de equilíbrio perfeito e não ao foco racional. E, no entanto, seres humanos parecem dividir próximos à solução intuitiva de Schelling, ao contrário do que previa as conclusões teóricas.

Isso significa que, ao invés de estarem preocupados com a punição que o outro lhe faz para vingar uma proposta egoísta, o jogador que propõe uma repartição perto do ponto focal, pode estar tentando tirar vantagem da tolerância do receptor ao desvio dos valores que talvez tivesse em mente se a oferta de divisão fosse feita simultaneamente. Assim sendo, não seria necessário buscar uma explicação fora do âmbito da matemática ou da psicologia da racionalidade estratégica para entender tal atitude. Principalmente, quando tais negociações são feitas em um primeiro contato entre os jogadores que não têm informação recíproca um sobre o outro, além do conhecimento comum de que ambos deverão agir racionalmente. A diferença entre o jogo simultâneo e sem comunicação, para o ultimato está apenas na alternância de movimentos de oferta e contraoferta. Realizado em dois lances, a negociação estimula propostas arriscadas que explorem a margem de erro em torno da solução matemática do ponto focal.

Ao contrário de se imaginar que o líder suspeite da irracionalidade do outro recusar sua sugestão, ao fazer uma proposta equitativa, de fato ele poderá testar a sua racionalidade em preferir divisões diferentes do meio a meio. Mas não tão longe que possa ofender sua presumida inteligência. A existência de um ponto focal alterar ligeiramente o enfoque das pesquisas feitas sobre a conduta baseada no ultimato.

(...) Alguém há de ter razão por fincar fortemente sobre uma posição, e ao longo do contínuo de posições qualitativamente indiferenciáveis, ninguém encontra racionalidade. O racional pode não ser forte em um “ponto focal” arbitrário, mas ao menos ele pode defender-se com o argumento “se não aqui, então onde?” (SCHELLING, *T.Op.cit.*, *idem*).

O jogo do Ultimato, jogado simultaneamente, torna-se um jogo de coordenação

das ações, por causa da ausência de comunicação. Desta forma, pouco importa se os jogadores são rivais ou companheiros, pois o objetivo é encontrar um lugar onde todos possam fazer a partilha do bem disponível. Depois de descobrir essa posição, não há como os jogadores deixarem de ir para lá, sem que isso incorra em prejuízo para as partes. No modo alternado, próprio do Ultimato, o ponto focal perde parte de seu poder de atração, mas continua agindo como se fosse uma referência, na falta de uma outra razão que oriente as ações dos envolvidos. Passa então a coordenar as expectativas de cada um, no intuito de encontrar um resultado satisfatório.

A negociação tácita entre dois jogadores que se enfrentam no Ultimato também requer suposições, manobras e comunicação indireta do mesmo modo que em outros tipos de barganha. A divisão igual, ou em torno desta, sustenta-se sobre vários argumentos plausíveis em seu favor. A primeira vista, representa o conceito de justiça partilhado por uma sociedade. Reflete ainda um equilíbrio no poder de barganha de participantes de uma mesma categoria, isto é simetria. Ou, pelo menos, mostra como cada um avalia a estimativa do outro. Em todo caso, a suposta justiça dessas escolhas coordenadas seriam reforçadas pela tentativa de evitar os efeitos contrários a um acordo que a indeterminação ou insegurança poderiam provocar<sup>272</sup>.

Dessa perspectiva, a tendência para repartições “justas”, no Ultimato, não seria fortemente afetada apenas por se tratar de um jogo, onde as propostas são feitas claramente e com alternância. Em última instância, não seria necessário recorrer a hipóteses distantes da maneira como a racionalidade opera nas circunstâncias do jogo, para explicar a necessidade de se chegar a um lugar perto das expectativas partilhadas por todos. A proposta “justa” funcionaria, portanto, como um sinal de referência para um possível encontro entre as partes. Com isso, não seria preciso descer abaixo do nível cognitivo, pressupondo a atuação decisiva de sentimentos inatos ou de um comportamento consolidado pela evolução. Afinal, para que tais sentimentos e comportamentos inatos surgissem, seria necessário primeiro encontrar a solução para depois passá-la às futuras gerações. Esta solução aparece sempre que o jogo é apresentado, bastando apenas um mínimo de racionalidade reflexiva que permita a localização do ponto focal.

(...) [O] ponto focal pode certamente ser diferente quando falar é permitido (...) Mas este que pode ser o *meio* principal na negociação tácita, aparentemente pode ser ao menos *um* dos princípios importantes na análise da negociação explícita. E, desde que as famosas barganhas “explícitas” incluam manobras, comunicação indireta, simulação de posição, ou avisos para serem ouvidos, ou seja confundida por uma multidão de participantes e interesses divergentes, a necessidade de expectativas convergentes e o papel de sinais que têm a força de coordená-las podem ser poderosos (SCHELLING, Th. C. *Idem*, cap. 3, pp. 73-74).

O que os testes de Schelling e tantos outros mostraram foi que nem sempre é possível controlar todas as variantes do jogo, a fim de limitar a fronteira na qual o comportamento dos indivíduos é influenciado pela sua personalidade ou capacidade de reconhecer objetivos claros da interação. Seja no dilema dos prisioneiros ou nas

272 Veja SCHELLING, Th. *Idem*, cap. 3, p. 72.

suas diversas variantes, é difícil saber até que ponto os jogadores estão interpretando o experimento como uma simples competição ou como uma interação cotidiana a que estão acostumados a participarem todos os dias. Os problemas examinados em *The Strategy of Conflict* chamam atenção dos participantes para necessidade de coordenarem suas ações caso queiram resolver a situação da melhor maneira possível para todos.

Por vezes, a ausência de comunicação pode parecer um fator decisivo na modelagem dos jogos, quando de outra perspectiva apresentam apenas um efeito sutil e rarefeito. A comunicação ou a falta desta, talvez influa na busca de um lugar-comum para resolução dos conflitos, quando os interesses dos envolvidos são em parte convergentes, em parte divergentes. Quando não há comunicação, o ponto focal exerce sua atração com força total, logo que é descoberto pelos jogadores. À medida que a comunicação se torna explícita, o seu “campo magnético” se dilui, permitindo um espectro maior de opções para os envolvidos. Entretanto, sua presença ainda se faz notar como no caso do ultimato, onde as divisões são feitas nas faixas entre 60 e 40 por cento e vice-versa.

A existência de um ponto focal é uma explicação pertinente que se impõe como opção às hipóteses sobre sentimentos de vingança ou tentativas de se preservar a reputação. Uma experiência que acabou por reforçar as concepções inatas à psicologia humana, em detrimento de operações racionais ou cognitivas sobre a busca de uma solução no Ultimato, foi feita pela equipe de neurologistas chefiada por Alan G. Sanfey, que detectou a atuação de regiões do cérebro responsáveis por reações emocionais negativas - como raiva e decepção - no momento de avaliar uma oferta injusta. Sendo assim, a recusa não se daria por um desencontro das alternativas marcantes imaginadas (pontos focais), mas pelo entendimento da situação de conflito em que o agente se vê inserido. Tal percepção, que é ativada por outra área do cérebro voltada para os momentos de perigo, conduz então à conclusão provisória de que, de fato, sentimentos morais estejam atuando fortemente para que divisões consideradas injustas sejam rejeitadas. E que tais desacordos não ocorreriam por um mal-entendido sobre o lugar onde as propostas estavam sendo esperadas por agentes racionais preocupados em coordenar suas ações. Os testes dos neurocientistas estiveram focados nas respostas dos receptores. Resta saber que tipo de mecanismos cognitivos ou regiões cerebrais são mobilizadas por quem faz as ofertas de repartição. Por hipótese, se a participação do córtex pré-frontal dorso lateral for mais decisiva, então poder-se-ia especular se os pontos focais estariam a ser procurados por essa região relacionada com tarefas cognitivas direcionadas para fixação de um objetivo e deliberações a seu respeito. Mas essa é uma conjectura a ser investigada em outro local e momento.

### §21. *A Busca do Homem Econômico*

Os experimentos de Thomas Schelling chamaram atenção para aspectos da racionalidade que confrontam com as previsões da Teoria dos Jogos. O próprio autor de *The Strategy of Conflict* propunha modificações na orientação dada pelos teóricos àquela época. Sobretudo nas situações em que houvesse mútua dependência, como nas coordenações que precisam de um ponto focal para sinalizar o local de encontro das alternativas dos jogadores. A prática metodológica só foi efetivamente modificada depois que jogos evolutivos foram tratados pela teoria da cooperação de Axelrod. Só então os diversos modelos de Dilemas - dos Prisioneiros, Sociais e Ultimato - passaram a

enfrentar diretamente os problemas de adequação surgidos na primeira fase da teoria. Racionalidade, cooperação, reciprocidade, punição entre outros aspectos entraram em cena nas várias pesquisas que foram realizadas a partir dos anos 1980.

O egoísmo que serviu de ponto de partida à concepção original dos agentes racionais tinha por objetivo evitar qualquer juízo de valor que por ventura viesse a distorcer os resultados finais da descrição dos fatores econômicos principais que levam à escolha de uma determinada linha de ação. Os problemas de adequação dessa perspectiva deflacionada do sujeito estavam relacionados com o comportamento cooperador nas ocasiões em que a teoria previa o contrário. Tais aporias seguiam no sentido inverso do enfrentado pela filosofia que partia dos sentimentos morais e tradicionalmente precisava explicar o comportamento egoísta dos agentes, quando lhe fosse conveniente. Para a filosofia prática, explicar o comportamento do carona ou de uma pessoa sem senso moral sempre foi uma dificuldade extrema aos contratualistas, céticos e utilitaristas. Na contramão desta tendência, a teoria dos jogos se viu forçada a interpretar, o comportamento aparentemente irracional das pessoas em testes laboratoriais e de campo que fugiam dos padrões esperados pelos pesquisadores. Nas experiências realizadas, os seres humanos com frequência agiam de modo não egoísta, cooperando quando deveriam buscar maximizar seus próprios interesses, em primeiro lugar. Por isso, enquanto os filósofos se preocupavam com aqueles que sempre burlavam um acordo, procurando tirar vantagem toda vez que fosse possível fazê-lo em segredo, os teóricos dos jogos e economistas, em geral, tinham de lidar com as ações “altruístas” que fugiam à regra que deveria ser seguida pelo *Homo oeconomicus*.

A figura imaginária desse personagem - uma assombração para os filósofos -, descobriu-se depois, na realidade não existia em nenhuma sociedade, seja ela de grande ou pequeno porte, onde os modelos de jogos foram examinados. Em busca do *Homo oeconomicus*, partiram os pesquisadores a realizarem testes com o Ultimato, Bens Públicos e Jogo do Ditador, através de 12 países e 15 pequenas sociedades - tribos, aldeias e pequenas cidades - espalhadas pelos cinco continentes. Essa investigação foi financiada pelo Grupo de Pesquisa sobre a Natureza e Origem de Normas e Preferências da Fundação MacArthur, dirigido por Robert Boyd e Herbert Gintis, respectivamente das Universidades da Califórnia e de Massachusetts. Os cientistas tiveram a preocupação de escolher comunidades que tivessem sido menos afetadas pela influência da cultura ocidental, a fim de saber até que ponto poderia ser considerado adequado atribuir uma racionalidade estratégica simples a essas pessoas<sup>273</sup>.

Os primeiros experimentos com estudantes estadunidenses já haviam apontado para um desvio do modelo canônico de comportamento previsto pela teoria. Como vários autores relataram, a maioria tendia a fazer uma divisão equitativa, no caso do Ultimato, e a iniciar cooperando nos Bens Públicos, quando deveriam proceder de outro modo. Mas, agora, o que se pretendia saber é se essa “falha” na racionalidade dos agentes supostamente egoístas era exclusiva daqueles alunos pesquisados, ou da própria sociedade estadunidense, e que portanto, o *Homo oeconomicus* deveria ser localizado nas sociedades mais próximas da condição de vida “natural”, típica da espécie humana no seu início civilizatório.

Entre as culturas que foram avaliadas, estavam as que praticavam agricultura

273 Veja HENRICH, J. et al. “In Search of Homo Economicus”, p. 73.



familiar, pastores nômades e pequenos agricultores. Os resultados obtidos fugiram de todas maneiras ao modelo padrão de comportamento da teoria econômica. A variação encontrada foi, então, relacionada com o grau de formação do mercado existente nas sociedades. Quanto maior fossem as práticas comerciais e o ganho resultante do empreendimento mútuo, maiores eram os níveis de cooperação detectados<sup>274</sup>.

Isso ía de encontro às recomendações de qual seria a atitude racional recomendada para aqueles indivíduos que procuram maximizar sua utilidade. Adam Smith sustentou pela primeira vez em sua *Teoria dos Sentimentos Morais* (1759) que uma *mão invisível* conduziria as ações de seres naturalmente egoístas de modo que a distribuição dos bens necessários à vida fosse tão igualitária quanto seria “caso a terra fosse dividida em porções iguais entre todos os seus moradores”<sup>275</sup>. O mesmo argumento foi apresentado depois de uma forma mais clara, em *A Riqueza das Nações*, tal como segue-se:

(...) Geralmente, na realidade, [cada indivíduo] não tenciona promover o interesse público nem sabe até que ponto o está promovendo. (...) Aliás, nem sempre é pior para a sociedade que esse objetivo não faça parte das intenções do indivíduo. Ao perseguir seus próprios interesses, o indivíduo muitas vezes promove o interesse da sociedade muito mais eficazmente do que quando tenciona realmente promovê-lo. Nunca ouvi dizer que tenham realizado grandes coisas para o país aqueles que simulam exercer o comércio visando o bem público (SMITH, A. *A Riqueza das Nações*, liv. IV, cap. II, pp. 379-380).

### *Mão Invisível do Leviatã*

Muitos argumentos filosóficos e econômicos foram mobilizados a favor e contra a postura clássica do liberalismo econômico. A concepção inicial da teoria dos jogos também seguiu esse modelo de agente racional, adotado pelos economistas. O ponto de equilíbrio descoberto por Nash parecia indicar que a solução matematicamente correta resumiria a forma pela qual os resultados deveriam ser alcançados pelos indivíduos, que procuram atingir os melhores ganhos para si. Todavia, assim que o primeiro jogo experimental elaborado pelos matemáticos Melvin Dresher e Merrill Flood - o Dilema dos Prisioneiros - procurou testar essas descobertas, percebeu-se que o comportamento das pessoas racionais desviavam consideravelmente da hipótese defendida pelos economistas da tradição liberal.

O Dilema dos Prisioneiros Iterado foi o primeiro obstáculo enfrentado pelos defensores da existência do *Homo oeconomicus*. As propriedades da repetição daquele jogo emergiram para mostrar que seres humanos tendem a fugir do comportamento egoísta quando percebem intuitivamente que sua estratégia dominante leva a um resultado sub-ótimo. O melhor resultado conjunto só pode ser alcançado pelo empreendimento comum. Na situação do Dilema dos Prisioneiros, agir em função apenas do seu interesse particular acaba conduzindo os indivíduos para a deserção mútua, ao passo que poderiam obter o melhor resultado se fugissem da dominante. Portanto, no Dilema dos Prisioneiros, a mão invisível não levaria à divisão igualitária pretendida por Smith, mas a um resultado aquém de suas necessidades vitais. Pelo contrário,

274 Veja HENRICH, J. et al. *Op. cit.*, pp. 73-74.

275 Veja SMITH, A. *Teoria dos Sentimentos Morais*, IV part., cap. I, p. 226.

considerar apenas os interesses individuais, não permite à mão invisível atingir a distribuição igualitária. Para conseguir isso, este mecanismo deve seguir uma orientação obrigatória no sentido de considerar os interesses dos outros jogadores e assim escapar da punição.

O jogo dos Bens Públicos que estende o dilema dos prisioneiros a um contexto social, por seu turno, revela que a cooperação inicial só é perdida com o aprendizado do comportamento egoísta, após a repetição de sucessivas rodadas. Ao voltarem-se apenas para a satisfação de seus interesses, os jogadores acabam por destruir a oportunidade que têm para multiplicarem seus bens. Se nenhuma penalidade for instituída contra os desertores, a tendência será cada jogador seguir por si mesmo, esvaziando o empreendimento comum. A tragédia dos comuns, anunciada por Garrett Hardin, em 1968, é outro argumento contra a validade da tese de que a maximização de interesses individuais pode produzir resultados ótimos em contextos sociais, que envolvam os interesses de outros participantes. Da perspectiva de Hardin, no que diz respeito ao problema da superpopulação, a vontade de um indivíduo ter mais filhos - procriar - não leva a um equilíbrio que seja o melhor para cada um, mas simplesmente à destruição dos recursos naturais e qualquer possibilidade de ser feliz neste mundo<sup>276</sup>.

Com o jogo do Ultimato, ocorre então a suspeita de que seres humanos inicialmente partem de um comportamento cooperativo racional apoiado na busca de um ponto de equilíbrio que coordene suas ações ou fundado em estratégias equitativas, visando preservar a reputação dos agentes - seja isto algo que foi consolidado no genoma, seja por influência cultural da comunidade a que se pertença. De acordo com os estudos realizados nas sociedades industriais, a divisão dos recursos fica próxima de 44% que são oferecidos aos receptores, enquanto nos pequenos grupos culturais a fração proposta variava de 26 a 58 por cento. Tal variação permitiu agrupar os comportamentos culturais em dois padrões nítidos. Primeiro, pela importância observada em cada grupo aos valores relativos à participação da cooperação. As sociedades com menor participação de indivíduos na troca - fora do ambiente domiciliar - ficaram na posição mais baixa entre as propostas cooperadoras, ao contrário daquelas que se envolviam em várias atividades conjuntas, principalmente as vinculadas aos aspectos econômicos de suas culturas. Por conseguinte, em segundo lugar, aqueles grupos com maior integração de mercado mostraram ter mais experiência em transações comerciais e a abstração necessária para partilhar os resultados de fácil aceitação por ambos concernidos<sup>277</sup>.

Em geral, as pessoas que tomam parte desses experimentos, ao se defrontarem com o ineditismo do jogo, procuram atuar conforme o seu desempenho rotineiro em meio a seus semelhantes. Isso anulou os efeitos indesejáveis da influência da presença de um experimentador estranho ao grupo. Destarte, pôde-se perceber que a teoria econômica precisava rever suas concepções sobre o modelo econômico de agentes egoístas, interessados em primeiro lugar de satisfazer seus desejos materiais por maiores ganhos possíveis. O comportamento social difere radicalmente do comportamento de um indivíduo solitário em uma ilha deserta - um problema de maximização individual. A construção das preferências e das escolhas econômicas não é feita independente do

276 Veja HARDIN, G. "The Tragedy of Commons", p. 1244.

277 Veja HENRICH, J. et al. *Op. cit.*, II, p. 76.

resto da sociedade ou da vida cotidiana em grupo. Essa vinculação da economia diária com as escolhas das estratégias deve ser então o ponto de partida da montagem de um novo modelo de agente racional realista em vez do antigo padrão individualista<sup>278</sup>.

As razões mobilizadas para explicar tal divergência do comportamento humano em comparação ao do personagem fantasioso do *Homo oeconomicus* são várias e vão desde o hábito de participar de diversas interações repetidas; a antecipação por parte dos agentes das possíveis vantagens que o outro está buscando obter produziria uma necessidade de imaginar uma oferta justa que eliminasse a inveja e o ressentimento; além do fato já apontado por Maurice Allais, sobre as dificuldades dos indivíduos de fazerem suas expectativas subjetivas se aproximarem das matematicamente objetivas. Tudo indica que a insistência dos seres humanos em focarem suas deliberações em torno de partições justas não depende tão somente do ganho que cada um obterá ou do medo da possibilidade da rejeição, mas de uma perspectiva de longo prazo, tanto em relação ao passado de quem faz a oferta, como ao futuro de quem a aceita.

A explicação evolutiva para uma tendência cooperadora já não mais se embarça com a firme convicção de que por detrás das ações dos indivíduos estão genes egoístas, lutando por maior procriação na próxima geração. O altruísmo observado, em contraste com o egoísmo pressuposto, não implica em contradição com a teoria evolutiva, desde que se entenda a forma recíproca dessa cooperação e as vantagens que isso trouxe para o genoma de um ponto de vista mais amplo. Embora individualmente, cada gene seja programado para se autorreproduzir, nada impede que, nos momentos que se mostrar oportuno, este venha a interagir e cooperar em função dos interesses do grupo do qual faça parte, de modo que todo um organismo possa usufruir do bem-estar dessa cooperação reciprocamente altruísta. Se tal comportamento resulta em ganhos bem-sucedidos para todos os genes envolvidos, provavelmente, as chances de suas estratégias se repetirem na próxima geração aumentarão. Tudo depende, é claro, que a reciprocidade possa recompensar cada gene envolvido na manutenção do vivente.

Diferente das escolhas e preferências individuais que, para serem racionais dependem de respeito a características tais como a transitividade, as deliberações coletivas podem, sem contradição, apresentar inconsistências e uma decisão divergente daquelas que os indivíduos tomariam em outra situação. Quanto à impossibilidade das ações coletivas refletirem as preferências de cada um dos indivíduos incondicionalmente, o exemplo da manipulação da agenda de votação e o teorema de Arrow apresentam uma explicação suficiente acerca dessas posições, em primeira vista, paradoxais, mas cujo nó se desfaz se o comportamento de cada um for observado separadamente ou em grupo.

O que para teoria econômica e evolutiva era um problema - o comportamento "altruísta" de agentes naturais - foi resolvido de um modo geral apelando para ações tomadas com base na reciprocidade. Do ponto de vista filosófico, não obstante, permanecia a necessidade de explicar ou encontrar um antídoto contra as atitudes próprias do carona ou daquelas que sofressem da ausência de senso moral (*lack of moral sense*). Por mais que a pesquisa de campo antropológica tivesse fracassado em detectar a figura típica do *Homo oeconomicus*, a tentação de poder escapar à punição, sempre que isso fosse possível, continuava sendo uma escolha defensável racionalmente da perspectiva

278 Veja HENRICH, J. et al. *Idem*, IV, p. 77.

instrumental. Para o filósofo, seria necessário mostrar não só que o agente racional egoísta, de fato, não existe, mas que sua viabilidade precisa ser amplamente contestada por argumentos prévios.

O *Homo oeconomicus* reúne as características do carona, que se aproveita do esforço dos outros sempre que não for rechaçado, e daquele que não tem senso moral, isto é não possui nenhum sentimento de culpa, vergonha ou remorso, por desertar quando houvesse oportunidade para tanto. Na ética, o problema não está na existência ou não do *Homo oeconomicus*, mas na possibilidade de um cético sustentar a racionalidade de suas ações, contraposta à universalidade exigida pela lei moral que obriga a consideração dos interesses dos outros. Em suma, as ações egoístas puras não poderiam encontrar argumentos racionais defensáveis, diante da suposição de que o agir moral também é racional do ponto de vista de todos concernidos. Ao menos foi essa a linha de raciocínio adotada pela tradição filosófica - Platão, Hobbes, Hume, Kant - em relação ao problema do cético moral.

Se já não é mais plausível recorrer a fundamentos transcendentais para refutar as escolhas realizadas pelo *Homo oeconomicus*, as soluções empíricas precisam encontrar respostas além da punição, da manutenção do Estado, ou do sentimento moral evolutivo. Para entender como a moral pode evoluir de decisões egoístas, é preciso ampliar o conceito de racionalidade estratégica, além do próprio indivíduo, para que possa levar em conta os resultados disponíveis dos outros em um contexto que envolva o desempenho de, pelo menos, dois agentes. No âmbito da sociedade, os efeitos recursivos do raciocínio estratégico - em oposição ao paramétrico - exigem que os interesses dos outros devam ser considerados e assim, o cálculo das deliberações precisa avaliar também as possíveis reações imediatas e a longo prazo. Destarte, a solução maximizadora decorre da necessariamente da sua extensão a todos envolvidos e não só centrada da figura do próprio agente. Ao proceder desta forma, as respostas estratégicas contemplariam não só os interesses dos outros e as externalidades decorrentes de suas ações. O que não significa que o sujeito tenha de abrir mão "altruisticamente" da satisfação de seus desejos e crenças em favor de toda sociedade, mas que a otimização dos interesses da sociedade incluem a maximização de seus próprios interesses. Contudo, o pensamento recursivo que considera a reflexão alheia tem especificações que não são tratáveis apenas do ponto de vista subjetivo e instrumental. Nesses casos, faz-se necessário o refinamento da deliberação, a fim de se poder responder adequadamente os desafios impostos pelas demandas dos outros participantes. O que vale dizer que a figura artificial do *Homo oeconomicus* tem de empregar recursos reflexivos, intersubjetivos, que o capacitem a resolver o dilema social.

As respostas humanas aos testes de jogos realizados em campo e laboratório, parecem indicar o reconhecimento, ainda que intuitivo, dessa necessidade de transformar a racionalidade estratégica subjetiva, em intersubjetiva - com a necessária observação das respostas dos outros sujeitos. Essas respostas são influenciadas por fatores culturais e genéticos que são moldados em decorrência da percepção do prolongamento das interações no futuro e a consolidação de estratégias que no passado permitiram, até o presente, que os organismos sobrevivessem. Portanto, a moralidade pode surgir de seres egoístas, do mesmo modo que com o carbono puderam se formar as moléculas orgânicas, bem como as propriedades específicas do indivíduo que só podem aparecer

no seu contato com outro elemento reagente.

## §22. A Emersão da Equidade

A noção de equidade (*fairness*) é fundamental para compreensão da tese central da Teoria da Justiça de John Rawls. É também um dos conceitos chaves do modelo de jogo do Ultimato. Ao longo de sua vida, Rawls trabalhou a ideia de equidade como uma concepção de justiça onde a sociedade foi interpretada como um sistema de cooperação social que deve passar de geração em geração. Trata-se de uma teoria que carrega de pressupostos uma interface de alto nível que obriga a tecer a trama de uma intrincada rede de argumentos para justificar aquilo que pode ser facilmente abordado da maneira deflacionada que os modelos de jogos analisam a possibilidade de cooperação<sup>279</sup>.

Uma das gratas surpresas que os filósofos têm, ao examinar modelos de jogos como Ultimato, está na possibilidade de trabalhar conceitos tão caros para as principais teorias filosóficas sem se comprometer com todo um conjunto de enunciados que frequentemente produzem uma sucessão infinita de proposições que acabam por gerar inconsistência na argumentação. A satisfação é maior, sobretudo, quando se percebe que a intuição da equidade está presente em vários tipos de agrupamentos políticos e não apenas entre os países de regime democrático.

A despeito de ser uma tendência genética ou não, o fato da noção de equidade ser notada em sociedades além das fronteiras ocidentais colabora no sentido de reforçar a defesa da cooperação como um sistema adequado para o convívio humano. A teoria econômica tende a evitar que concepções morais distorçam as conclusões que são extraídas de conceitos e princípios formalizados de maneira mais precisa possível. Já em *Lutas, Jogos e Debates*, Anatol Rapoport se viu constrangido ao tecer análises sobre a racionalidade dos agentes no Dilema dos Prisioneiros valorizando a cooperação por levar ambos os jogadores a uma recompensa conjunta, ao invés de uma deserção prejudicial a todos: “Quase que posso ouvir um coro de risadas. Deixei que a moralidade temperasse a razão (...)”<sup>280</sup>.

Até aquele estágio de desenvolvimento da teoria dos jogos - no início dos anos 1960 - os pesquisadores não se preocupavam em alinhar suas descobertas formais com provas contrafactuais. Nenhum teste empírico era exigido à tentativa de montar um conjunto sólido de axiomas que orientassem a proposição de normas para escolhas estratégicas apoiadas exclusivamente em uma lógica própria. Contudo como o próprio Rapoport havia notado, o comportamento humano dificilmente se deixaria moldar pelas diretrizes sugeridas pelos teóricos. Isso porque a maneira pela qual procuravam agir ou tomar decisões nem sempre eram lógicas ou ponderadas.

(...) Tais normas não são lógicas, e sim arbitrárias, e podem ser extremamente variadas. Deste ponto em diante, portanto, não pode haver uma única teoria dos jogos, mas sim uma grande variedade de tais teorias, cada qual baseada em normas diversas. Aqui, o cientista experimental deveria naturalmente en-

279 Para um contato direto com o conceito filosófico e político de equidade, veja RAWLS, J. **Justiça como Equidade**, § 2, p. 7.

280 RAPOPORT, A. **Lutas, Jogos e Debates**, part. II, cap. X, p. 137.

trar em cena para explorar as normas que atuam na realidade nos assuntos humanos (RAPOPORT, A. *Lutas, Jogos e Debates*, part. II, cap. XIII, p. 171).

Na prática, o que aconteceu com os jogos evolutivos e a teoria da cooperação subsequente foi a transformação da teoria dos jogos em poderosa ferramenta de análise de situações empíricas, onde interesses em parte conflitantes, em parte convergentes entravam em interação. Desse modo, testes psicológicos e antropológicos puderam avaliar a extensão e presença dos conceitos morais nas relações humanas. Foi quando a reciprocidade, a confiança e a equidade puderam ser delineadas e destacadas por meio das simulações com modelos de jogos repetidos, começando pelo DPI.

A pesquisa em torno do conceito de equidade ganhou impulso depois que Werner Güth e seus colegas iniciaram as análises experimentais do jogo do Ultimato, em 1982. Na última década do século XX, essa investigação abordou o assunto sob os vários ângulos possíveis. Das diversas pesquisas realizadas, extraiu-se a compreensão de que uma média de 60 a 80 por cento das ofertas feitas estavam na faixa de 40 a 50 por cento do montante disponibilizado para o receptor e que algo entre três a cinco por cento ficava abaixo de 20 por cento, geralmente recusados. De acordo com a teoria econômica, não haveria motivos para temer tal recusa, pois o centavo ganho seria melhor que nada.

Não obstante, onde quer que tenha sido jogado, o mesmo padrão de comportamento fora observado. A explicação para isso foi que, nos encontros entre pessoas de uma mesma comunidade, os jogadores eram obrigados a levarem em consideração não apenas seus próprios interesses, mas o daquele que estava envolvido na divisão. Assim, as demandas do outro também teriam de ser consideradas igualmente. Karl Sigmund resume as explicações dos teóricos sobre esse comportamento desviante como uma dificuldade que as pessoas teriam para entender que o jogo será disputado apenas em um lance para cada jogador e não como parte do processo de barganha semelhante aos vividos pela humanidade desde a pré-história<sup>281</sup>.

No passado distante, havia a dependência dos caçadores e coletores do apoio de vários integrantes na busca por alimento. Por causa disso, a preocupação com o grupo teria sido consolidada entre os seres humanos, o que explicaria a persistência de ofertas mais altas. Por outro lado, a recusa frequente de propostas de divisão baixas teria condicionado os líderes a fazerem ofertas maiores. Desse modo, a marcação da rejeição com respostas emocionais - indignação, vergonha, injúria e vingança - ajudaria a formação de uma reputação em quem não aceitasse esmolas ou migalhas, beneficiando-lhe em futuras negociações. Tudo isso para reforçar a ideia de que sentimentos morais e concepções de justiça e equidade estão entrelaçados na solução de problemas econômicos cotidianos.

Padrões éticos e sistemas morais diferem entre culturas, mas podemos presumir que estes são baseados em capacidades universais biologicamente enraizados; do mesmo modo como centenas de linguagens diferentes são baseadas no mesmo instinto de linguagem universal. (...) [T]emos investigado um estágio onde podemos formalizar tais ideias em modelos de jogos teó-

281 Veja SIGMUND, K. "The Economics of Fairness", p. 2.



ricos e testá-los empiricamente (SIGMUND, K. "The Economics of Fairness", p.5).

Independente de serem ambientais ou genéticos, os valores morais dos indivíduos precisam ser mobilizados, a fim de se atingir um resultado que satisfaça os interesses dos participantes da interação, cada um sendo obrigado a levar em conta a reação do outro. Ao ter de considerar igualmente os concernidos, os aspectos fundamentais da moral também deverão ser observados por quem tem de tomar uma decisão eficaz. Caso contrário, as chances de conseguir um melhor resultado no futuro são reduzidas à habilidade de cada um obter por si mesmo aquilo que precisa, em um estado de natureza, exposto ao conflito permanente. Fatores como a preservação da reputação, no jogo do Ultimato, proporcionam a emergência da equidade como a probabilidade maior de recompensa, do que a tentativa meramente racional de atingir o equilíbrio perfeito, mas injusto. Esse fato fica ainda mais evidente quando estão disponíveis as informações sobre o tipo do receptor. E mesmo que a estratégia equitativa não seja a recomendada pela racionalidade econômica, sua aplicação acaba por fomentar as trocas comerciais.

Isso bem concorda com as descobertas sobre a emergência da cooperação ou do comportamento negociador. Reputação baseada na comunicação e em compromisso desempenham papel essencial na história natural da vida econômica (NOWAK, M., PAGE, K. & SIGMUND, K. "Fairness versus Reason in the Ultimatum Game", p. 1774).

### *Justiça e Equidade*

Desde *Uma Teoria da Justiça* (1971) até o final de sua vida John Rawls defendeu a noção de justiça como equidade, tendo em mente a existência, pelo menos em sociedades ocidentais, de "um sistema equitativo de cooperação social que se perpetua de uma geração para a outra"<sup>282</sup>. Nesse sistema de cooperação, cidadãos cooperadores, livres e semelhantes agiriam sob o mecanismo de uma sociedade já aparelhada para regular a justiça em seus domínios. A partir dessas intuições, característica de regimes democráticos, Rawls organizou sua teoria apoiado em três outras noções essenciais: existência de regras públicas aceitas pelos cooperadores; ideia de reciprocidade e a busca por vantagens racionais<sup>283</sup>.

Além disso, Rawls passou a fazer a distinção entre razoabilidade e racionalidade, como necessária para evitar o tradicional problema filosófico de considerar inconsistente ou, por vezes, contraditória a ação do egoísta racional. Efetivamente filósofos como Jürgen Habermas e Karl-Otto Apel tendem a considerar o carona, o *lack of moral sense*, um indivíduo que cometeria contradições performáticas ao agirem contra um acordo que antes houvesse considerado válido. Rawls admite que, em geral, não é irracional a violação de pactos, se for em benefício próprio, toda vez que se apresentasse oportunidade para tanto. Porém, a deserção poderia ser considerada irrazoável posto que...

(...) pessoas razoáveis são aquelas dispostas a propor, ou a reconhecer quando os outros o propõem, os princípios necessá-

282 RAWLS, J. *Justiça como Equidade*, part. I, § 2, p. 7.

283 Veja RAWLS, J. *Op. cit.*, part. I, § 2, pp. 8-9.

rios para especificar o que pode ser considerado por todos como termos equitativos de cooperação. Pessoas razoáveis também entendem que devem honrar esses princípios mesmo à custa de seus próprios interesses se as circunstâncias o exigirem, desde que os outros também devam honrá-los (...) (RAWLS, J. *Justiça como Equidade*, part. I, § 2, 2.2, p. 9).

Depois que os princípios de justiça são propostos e reconhecidos como válidos pelos cooperadores, seria insensato não proceder de acordo com a estratégia cooperativa proposta, embora não fosse irracional violá-las para obter vantagens racionais. Assim, toda obra de Rawls é um esforço de aliar o kantismo de seres razoáveis, que aceitariam o imperativo categórico de seguir os princípios de justiça, e o contratualismo que prevê ações racionais em função de *imperativos hipotéticos*, usando normas como meio para atingir um fim e não como dever ou compromisso, cuja violação acarretaria culpa moral ou um erro cognitivo.

Intuitivamente, John Rawls construiu sua teoria da justiça apoiada no mesmo conceito de reciprocidade detectado pelo modelo dos jogos baseados no Dilema dos Prisioneiros Iterado, onde a retaliação vem em seguida à deserção praticada pelo outro. Entre os agentes que rejeitam pequenas quantias, há a percepção de que ofertas que poderiam ter sido feitas de forma mais equitativas devem ser recusadas com mais frequência. Isso implicaria que as respostas dos receptores consideram não apenas as suas preferências, mas também as intenções do outro em ser visto como justo<sup>284</sup>.

Por trás da reciprocidade, haveria, então, um critério público de como cada um deveria se beneficiar da cooperação. Regras essas que são aceitas pelos cooperadores. Agentes que sabem reconhecer as vantagens racionais que os participantes podem tirar da distribuição justa dos recursos obtidos pela interação na qual participam. Rawls admitiu a possibilidade de tal concepção ser suficiente para o desenvolvimento de uma teoria de justiça adequada para as sociedades bem-ordenadas que imaginara. Sua hipótese ganhou plausibilidade com as descobertas recentes proporcionadas pelos testes de jogos como o Ultimato, realizado em vários tipos de agrupamentos humanos espalhados por todo mundo.

Evidente foi que, nas culturas pesquisadas, para se reproduzir um padrão de equidade como fora observado, deveria também de haver aquilo que Rawls chamava de justiça de fundo, ou seja, a estrutura básica econômica, reconhecimento da propriedade e relacionamentos familiares<sup>285</sup>. Em suma, as condições de mercado ou interação comerciais cujo grau de avanço era proporcional ao número de ofertas equitativas<sup>286</sup>.

Se a defesa que Rawls faz da democracia liberal, sustentada nesses pressupostos, pode ser oportunamente questionada, não obstante, seu ponto de partida, à primeira vista, parece está de acordo com as observações feitas pelos teóricos dos jogos atuais em testes de campo. A equidade emergiu nas interações entre agentes econômicos como uma propriedade decisiva da distribuição justa de recursos e como ponto focal para dirimir as disputas entre os participantes, embora esse não seja o único fator envolvido. A eficácia das soluções justas só se tornou possível devido à capacidade reta-

284 Veja FALK, A., FEHR, E. & FISCHBACHER, U. "On the Nature of Fair Behavior", I, p. 3.

285 Veja RAWLS, J. *Idem*, part. I, § 4, 4.1, pp. 13-14.

286 Veja HENRICH, J. et al. "In Search of Homo Economicus", p. 74.

liadora dos agentes e a existência desse sinal claro de que uma divisão próxima do meio a meio pode ser vislumbrada pelas duas partes - no caso de jogos bimatriciais (2 x 2). Reciprocidade também aparece como um conceito chave não só para que a cooperação se sustente, mas que esta seja justa.

Uma vez mais o instrumento dos jogos permitem compreender como ocorre o estabelecimento das condições necessárias para o comportamento cooperador surgir nos seres humanos. Diferente das outras espécies, os seres humanos podem antecipar o futuro, observar o passado e alimentar sentimentos de vingança, vergonha, preservar sua reputação etc. Todas essas particularidades influenciam os resultados obtidos pelas pessoas em interação umas com as outras. De fato, seres humanos não agem apenas como agentes racionais egoístas - previstos tanto pela teoria econômica, como pela biologia evolutiva. Ao longo de sua evolução, a espécie *Homo sapiens* acumulou em seu código genético e nos registros históricos informações sobre estratégias que foram bem-sucedidas no passado e por isso ficaram guardadas na memória, como aquelas como maior ou menor chance de êxito, dependendo das circunstâncias. Com base nessa experiência, intuitivamente ou conscientemente, as pessoas reagem em função das linhas de ação que se consolidaram como sendo as mais indicadas para maximização, não só dos interesses pessoais, mas considerando os interesses de outros semelhantes.

Durante um intenso debate filosófico a definição de justiça variou sobre muitos aspectos. Porém, desde os primeiros registros legais que remontam ao *Código de Hamurabi*, uma noção mínima de justiça vem sendo reforçada. A Regra de Ouro que expressa a noção de reciprocidade encontrada nas mais diversas civilizações e povos vem se mantendo perene como principal conceito de justiça a forçar os humanos a incluírem a equidade nas suas formas de relacionamento.

## Capítulo 8: Novos Campos Interdisciplinares

Logo que tiveram notícia da descoberta do conceito de *ponto de equilíbrio*, por John Nash, Merrill Flood e Melvin Dresher elaboraram o experimento que ficou mundialmente famoso – depois da história montada por Albert W. Tucker – como Dilema dos Prisioneiros. O objetivo era saber se pessoas que desconheciam a ideia de equilíbrio de Nash, ao se depararem com uma situação semelhante à matriz do jogo, reagiriam conforme a previsão teórica, desertando mutuamente. A experiência foi realizada nos laboratórios da corporação RAND, com John Williams, chefe do departamento de matemática da empresa, e o economista Armen Alchian, da universidade de Los Angeles (UCLA). O jogo foi repetido em 100 rodadas e, ao contrário de estimular o uso da estratégia dominante – a deserção -, acabou por gerar a cooperação entre os jogadores, longe do ponto de equilíbrio<sup>287</sup>.

Efetivamente, os participantes tinham percebido que deveriam cooperar, caso quisessem maximizar seus ganhos, usando a dominante somente quando o outro não tivesse cooperado, como punição instantânea, e retomando a cooperação na rodada posterior – segundo o que se chamou depois de estratégia OLHO POR OLHO. John Nash havia demonstrado a existência de, ao menos, um ponto de equilíbrio em qualquer jogo não-cooperativo finito com mais de um jogador e soma diferente de zero. Essa teoria foi apresentada em sua premiada tese de 1950 “*Non-Cooperative Games*”, que propunha uma solução mais abrangente do que os resultados do teorema minimax de Von Neumann que se restringia a jogos cooperativos e de soma zero. De fato, Nash logrou demonstrar a existência de ponto de equilíbrio para qualquer tipo de situação finita: cooperativa ou não cooperativa; soma zero ou variante; dois ou mais agentes. Todo seu esforço estava voltado para tornar mais úteis e práticas as ideias lançadas em *Theory of Games and Economic Behavior* (1947), por Von Neumann e Morgenstern. Ainda que as estratégias puras não mostrassem um ponto de equilíbrio, sempre se poderia encontrá-lo por meio de mistura das linhas de ação<sup>288</sup>.

Os modelos de jogos, como o Dilema dos Prisioneiros, surgiram, portanto, como

287 Veja relato desse fato em NASAR, S. **Uma Mente Brilhante**, part. I, cap. 12, pp. 147-149

288 Veja NASH, J. “**Non-Cooperative Games**”, pp. 85 e ss.

uma maneira de testar as hipóteses propostas para solucionar o conflito parcial de interesses entre agentes racionais egoístas. Mais tarde o campo de aplicação de suas simulações se estendeu a todo tipo de agente – racional ou não – que tivesse de tomar uma decisão sobre que fazer diante de um ser semelhante que disputa os bens disponíveis, mas que depende do outro para alcançá-lo. Dessa forma, a construção de jogos como método de pesquisa permite por em prática os tradicionais experimentos mentais que sempre foram produto da especulação filosófica mais apurada. Só que agora, os jogos possibilitavam encontrar uma resposta sobre os efeitos da proposta examinada.

No caso do Dilema dos Prisioneiros, sua matriz jogada em uma só rodada punha em xeque o influente mecanismo da mão invisível, anunciado por Adam Smith (1723-1790), em *Teoria dos Sentimentos Morais* (1759) e depois reapresentado em *A Riqueza das Nações* (1776). À medida que, sendo repetido várias vezes, o jogo permitia à cooperação ser implementada, contra a orientação racional que era recomendada, no que diz respeito à mão invisível, a noção apresentada por Smith não seria capaz de fornecer a distribuição justa que se pensava poder realizar afinal. Ao promover suas ações no sentido de obter “o máximo valor possível”, cada indivíduo não conseguiria elevar ao máximo a renda da sociedade de modo que a distribuição desses bens, conduzida pela mão invisível, fosse a mais igualitária e eficiente do que se fosse planejada. Os agentes racionais, na situação do dilema, se seguem as estratégias que maximizam seus ganhos individuais, acabam por gerar o pior resultado conjunto: a punição mútua<sup>289</sup>.

Uma distribuição justa só surge quando, aos jogadores, é dada a oportunidade de retaliar e tolerar os erros cometidos pelos outros. O comportamento recíproco torna-se viável com a repetição frequente das rodadas. Não obstante o fato da fuga da estratégia dominante, no Dilema dos Prisioneiros Iterado, contradizer a previsão de que seres racionais a seguem e se encontram em um ponto de equilíbrio de Nash.

O uso de experimentos por modelos de jogos para formalizar as situações de conflito visa detectar os aspectos mais importantes de cada circunstância e que influenciam as deliberações, bem como o comportamento dos agentes. Desde o Dilema dos Prisioneiros, sua aplicação vem sendo cada vez mais incrementada. Por conta disso, os elementos que permitem prever as ações dos indivíduos, ou ao menos interpretar suas decisões, podem ser descritos de forma mais precisa. Antes dos torneios de Axelrod, diversos testes realizados em torno do Dilema dos Prisioneiros revelaram uma atitude competitiva dos participantes, tal como aquelas adotadas pelos programadores que tentaram bater a estratégia OPO, vitoriosa desde o início. Contudo, além da capacidade de retaliar, Axelrod havia chamado atenção para a condição de clemência (*forgiving*), que fazia OPO recuperar a cooperação, como característica decisiva de seu êxito nos dois torneios que ele promoveu<sup>290</sup>.

A complexa ação dos elementos observados nos experimentos transformou a meta inicial de se construir uma teoria que buscasse em primeiro lugar a predição de resultados. Agora, ao invés de apontar soluções para todos os jogos, a investigação procura avaliar o grau de participação de cada fator deliberativo e dos princípios do comportamento estratégico. O conhecimento empírico adquirido pela prática dos jo-

289 A descrição da “mão invisível” está em SMITH, A. *Teoria dos Sentimentos Morais*, IV part., cap. 1, p. 226 e SMITH, A. *A Riqueza das Nações*, liv. VI, cap. II, pp. 379-380.

290 Veja AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*, II, cap. 2, p. 40.

gos permitiu avançar respostas para as questões problemáticas do comportamento estratégico, que as suposições teóricas, por si só, não conseguiam solucionar.

(...) As previsões da teoria dos jogos, particularmente a teoria dos jogos não cooperativos, que suportam muitas aplicações, são notavelmente sensíveis aos detalhes da estrutura do jogo, e muito de sua sensibilidade é refletida no comportamento observado. Tais detalhes raramente podem ser precisamente observados ou adequadamente controlados no campo. O laboratório partilha alguns desses problemas, mas o controle e observação que técnicas experimentais modernas permitem amiúde fornecer aos experimentos uma decisiva vantagem na identificação da relação entre o ambiente e o comportamento estratégico (...) (CRAWFORD, V. P. “*Introduction to Experimental Game Theory*”, I, p. 2).

Se antes a personalidade do jogador era uma variável importante que estava longe do alcance do experimentador, hoje, modelos como o Ultimato e o DPI procuram determinar os diversos aspectos da cognição humana – crenças, desejos e sentimentos – que interferem nas escolhas de cada um. Nesse sentido, as simplificações praticadas pelas simulações funcionam de modo similar aos experimentos avançados da física, que isolam as partículas em ambiente artificial, a fim de estudar o comportamento entre elas e as forças que atuam em situações específicas. Cada modelo de jogo proporciona a observação mais detalhada das características do comportamento que influenciam as tomadas de decisão. O DPI aponta o papel fundamental da reciprocidade para o estabelecimento da cooperação de um modo geral. Os Bens Públicos mostram o papel de mecanismos como a punição na manutenção de um empreendimento comum. Enquanto o Ultimato revela que as emoções e o ambiente cultural também exercem pressão considerável na emersão de resultados equitativos.

Sentimentos morais, como indignação, vergonha e vingança, foram incorporados ao repertório comportamental da espécie humana à medida que suas manifestações provocavam restrições às escolhas estratégicas que a longo prazo traziam resultados prejudiciais à sobrevivência e reprodução dos indivíduos. Esses sentimentos proporcionariam as respostas adaptativas a diversas situações sociais e ambientais que envolvessem outros sujeitos e ameaçassem o bem estar do agente racional. Corresponderiam então àquilo que António R. Damásio denominou de marcadores-somáticos<sup>291</sup>.

A base neural para o sistema interno de preferências consiste, sobretudo, em disposições reguladoras inatas com o fim de garantir a sobrevivência do organismo. Conseguir sobreviver coincide com conseguir reduzir os estados desagradáveis do corpo e atingir estados homeostáticos, isto é, estados biológicos funcionalmente equilibrados. O sistema interno de preferências encontra-se inerentemente predisposto a evitar a dor e procurar o prazer e é provável que esteja pré-sintonizado para alcançar esses objetivos em situações sociais (DAMÁSIO, A. R. *O Erro de Descartes*, part. 2, cap. 8, p. 211).

291 Veja DAMÁSIO, A.R. *O Erro de Descartes*, part. 2, cap. 8, pp. 209 e ss.



A utilização de jogos como o Ultimato permite avaliar até onde os sentimentos morais, adquiridos durante a evolução, se manifestam de acordo com uma lista de preferências internas e a compreensão dos contextos externos nos quais o agente deve decidir a maneira de se comportar conforme normas sociais e éticas. Martin Nowak e Karl Sigmund presumem que essas respostas emocionais foram montadas graças à convivência humana praticada por milhões de anos em pequenos grupos, nos quais cada um de seus membros são conhecidos dos outros. Ao passo que, a superpopulação e o crescimento desordenado das grandes cidades colocariam o problema do anonimato como fator perturbador das interações continuadas. O conhecimento do tipo de agente com o qual se interage favorece a manifestação das emoções, enquanto a recusa sistemática de ofertas baixas restringem sua repetição no futuro, obrigando o outro a aumentar os ganhos propostos e maximizar a utilidade de todos participantes<sup>292</sup>.

Todavia, quando a impossibilidade de novos encontros entre agentes se torna constante, o anonimato acaba por perturbar a cooperação e proporcionar o florescimento de desertores e a insegurança das propostas e respostas. A reputação só é eficaz se novos encontros puderem ocorrer no futuro. Coisa que se torna difícil entre estranhos de uma megalópole. Pode-se saber com alguma precisão como se comportam parentes, vizinhos, amigos e colegas. Mas o controle fica difícil quanto maior for o número de conhecidos com os quais se interage. O efeito do anonimato é mais uma consequência perturbadora das grandes cidades e da superpopulação sobre o comportamento dos seus habitantes, diminuindo a confiança entre eles. Por conta dessa desconfiança, a exigência de garantias, mecanismos de identificação – cadastro de bons e maus pagadores – e aparelhos de repressão tornam-se cada vez mais necessários.

A construção do modelo adequado de jogo permite, então, avaliar com maior precisão os componentes relevantes de interação. A partir disso, as decisões a serem adotadas no intuito de fomentar ou restringir a cooperação podem ser sugeridas com maior probabilidade de correção. Desse modo, o emprego de simulações e jogos entre agentes humanos ajuda a compreender melhor os aspectos sutis que subjazem à interação. Com isso, as hipóteses tecidas por teóricos que estudam o comportamento humano podem ser testadas no sentido de fazer valer ou derrubar as conclusões tiradas sobre a cooperação que acontece no mundo concreto.

A pesquisa realizada por esse método deve atender alguns requisitos básicos acerca da maneira como a experiência será modelada, da análise dos resultados e sua divulgação. Os modelos de jogos funcionam como os experimentos mentais, bastante difundidos em textos filosóficos, mas que podem ser reproduzido por meio eletrônico ou questionários tradicionais, em papel. De um modo geral, parte-se de hipóteses simples que uma vez implementadas geram consequências complexas ou paradoxais. Os efeitos decorrentes da complexidade de interação entre agentes simples fazem emergir propriedades que não eram observadas antes no comportamento individual. Tais *propriedades emergentes* são temas comuns às pesquisas feitas na física contemporânea sobre os sistemas complexos abordados sob a perspectiva da Teoria do Caos.

Nesse sentido, hipóteses fortes sobre a racionalidade das escolhas podem ser enfraquecidas, no intuito de abranger toda forma de atuação de indivíduos cujo processo de deliberação leva a inferência de algum princípio dedutivo. Seres muito simples

292 Veja SIGMUND, K., FEHR, E. & NOWAK, M. “The Economics of Fair Play”, p. 85.

poderiam ser incluídos nessa pesquisa, concebendo suas escolhas como geradas por meio de um processamento de informações obtidas no meio ambiente que provocam uma resposta do agente. Essas respostas dar-se-iam através de um conjunto de regras incorporadas que produziriam uma maneira de extrair ações em função da entrada de informações.

Quanto mais simples forem os testes baseados no modelo de agente, maiores são as possibilidades de se perceber o processo fundamental ascendente que se inicia com os elementos básicos da interação e se eleva às conclusões gerais sobre o comportamento social. A validade interna do procedimento que conduz esse tipo de pesquisa a resultados consistentes depende do grau de precisão entre elementos que compõem o experimento e a situação real analisada. Resultados contraintuitivos causam forte discussão sobre a possibilidade de algum erro ter sido cometido na formulação ou execução dos modelos propostos. Nesses casos, deve-se proceder ao reexame de todo método empregado, utilizando propostas alternativas, variantes e contraexemplos, a fim de se detectar possíveis falhas na aplicação dos testes que devem também ser flexíveis o suficiente para permitir novas versões aprimoradas e extensões a diversas circunstâncias<sup>293</sup>.

Os modelos mais avançados de estudo do comportamento de agentes incluem abordagens de redes neurais, algoritmos que podem evoluir e técnicas de aprendizagem que se aplicam à maneira como os indivíduos se adaptam nas interações cotidianas. O sistema de agentes é modelado com base em informações sobre como os agentes tomam suas decisões de modo autônomo. Assim, procura-se saber como são organizados os mercados, o fluxo da população e a difusão das estratégias simuladas de um ponto de vista “atômico” (partículas mínimas e indivisíveis) da sociedade como alternativa à visão “macroscópica”, que é descendente. A rigor, a simplicidade dos modelos não deve diminuir a importância e a profundidade dos conceitos trabalhados.

Nas ciências sociais, as simulações dos contextos da sociedade têm estimulado a mudança de metas tradicionais que antes buscavam uma ferramenta que produzisse resultados previsíveis, mas que agora se restringem aos limites da tarefa de compreensão do modo como os agentes atuam. Nas palavras de Eric Bonabeau – então, pesquisador da Icosystem Corporation -, “prever o sucesso pode ser simples, mas coisa difícil de fazê-lo; entender como o sucesso acontece é um uso melhor do modelo”<sup>294</sup>. Tais modelos são úteis para mostrar o modo complexo de como o agente aprende e se adapta a uma situação. Além disso, podem ser aplicados para avaliar a mobilidade territorial e a resistência a invasões, sobretudo, quando o comportamento dos indivíduos de uma população é heterogêneo e varia de região para região – nas relações de convívio familiar, vizinhança, instituições públicas, trabalho etc.

Em geral, os temas de maior interesse para essa área do conhecimento são as questões sociais, políticas e econômicas, que devem aplicar modelos específicos para cada proposta de investigação e não forçar o uso de um modelo de solução universal para todos os problemas da humanidade. Como já se tentou destacar os DPI, os Bens Públicos e o Ultimato, por exemplo, servem para tratar questões de reciprocidade

293 Pormenores dessa metodologia podem ser buscados em AXELROD, R. “**Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences**”, § 3.1, p. 7.

294 BONABEAU, E. “**Agent-Based Modelling**”, p. 7286.

direta, indireta e de equidade, respectivamente, com maior precisão. Isso não implica em soluções ad hoc, pois a formalização empregada segue os mesmos procedimentos gerais da teoria dos jogos, variando apenas os elementos que têm de ser mudados de modo realista. Para as ciências sociais, o modelo de jogos talvez seja a única maneira viável, salvo melhor juízo, de abordar a inconsistência do comportamento humano e seu complexo processo cognitivo de escolha.

Os jogos experimentados vêm expandindo-se além dos domínios econômicos e se tornando um ambiente próprio para troca de informações interdisciplinares. Mesmo quando são tratados por economistas, suas conclusões dizem respeito a outras matérias pertinentes, como no caso da avaliação da equidade nos modelos de jogos que interessam desde áreas administrativas até as neurociências em suas mais recentes descobertas.

### §23. *As Diversas Disciplinas que Empregam os Modelos de Jogos*

Logo no primeiro capítulo de *Theory of Games and Economics Behavior*, John Von Neumann e Oskar Morgenstern colocaram como única possibilidade de solução para os problemas de diversas situações típicas da economia - troca de bens, monopólio, oligopólio e livre competição - a abordagem destes através dos métodos matemáticos contemporâneos. A teoria dos jogos moderna já surgia como a responsabilidade de aplicar as técnicas de uma disciplina (a matemática) sobre outra (a economia). As análises dos jogos estratégicos vinham desenvolvendo-se, desde 1928, com a pesquisa de matemáticos acerca da melhor maneira de vencer em jogos de xadrez, pôquer e outros divertimentos de salão. A ideia era de que o comportamento econômico poderia ser descrito ou interpretado do mesmo modo que esses jogos estratégicos<sup>295</sup>.

O que aqueles dois autores imaginavam era que a matemática poderia ser útil à economia, da mesma forma como fora para as diversas teorias da física - calor, nuclear, quantas etc. Apesar do ceticismo das ciências sociais, que consideravam a psicologia e o comportamento humano fenômenos de difícil trato formal, acreditava-se que uma formulação clara desses problemas seria o primeiro passo para o emprego da matemática, também em economia. Por outro lado, o uso do instrumental matemático adequado à economia evitaria o desconforto de iniciativas anteriores nesta direção em relação a uma *física social* - como fora proposta pelos positivistas, marxistas e malthusianos -, procurando assim orientar-se pela aplicação de novas técnicas relevantes, tal como o cálculo diferencial para o estudo de trajetória de objetos no passado.

O ceticismo inicial não permitiu que os economistas se entusiasmassem pela teoria dos jogos. Em *Uma Mente Brilhante*, Silvia Nasar lembra que as contribuições da obra de Von Neumann e Morgenstern estavam limitadas a uma reinterpretação mais extensa do *teorema minimax* e uma nova roupagem de problemas econômicos tradicionais. Isso explica, porque durante muito tempo a teoria dos jogos continuou sendo um tema mais difundido entre matemáticos do que entre economistas. Por tratar prioritariamente de jogos de soma zero, o alcance da teoria ficou reduzido aos interesses de militares que interpretavam a guerra como um jogo que para um vencer, outro tem necessariamente que perder<sup>296</sup>.

295 Veja VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economics Behavior*, cap. 1, § 1.1, pp. 1 e 2.

296 Veja NASAR, S. *Uma Mente Brilhante*, part. I, cap. 7, p. 106.

A partir da descoberta do *ponto de equilíbrio*, por John Nash, para jogos não-cooperativos com múltiplos jogadores, o interesse de cientistas sociais pôde ser despertado. Fora da matemática e da economia, ou administração, os primeiros textos publicados sobre o tema foram *Theory of Games as a Tool for the Moral Philosopher*, de Richard B. Braithwaite, lançado em 1955. Cinco anos depois, o psicólogo Anatol Rapoport apresentou *Lutas, Jogos e Debates*. Enquanto Richard Lewontin foi o primeiro biólogo a escrever a respeito em “*Evolution and Theory of Games*” (1961).

Nessa fase de aproximação, as principais objeções levantadas partiram do economista francês Maurice Allais. Suas críticas estavam voltadas para as dificuldades de seres humanos se comportarem racionalmente em condições de risco ou incerteza conforme os resultados previstos pela teoria. A suposta irracionalidade dos humanos observados diante do risco afrontava diretamente os axiomas assumidos pela teoria econômica estadunidense da metade do século XX. Uma resposta satisfatória a essas questões só foi bem-sucedida, depois dos psicólogos israelenses Daniel Kahnemann e Amos Tversky lançarem a Teoria das Perspectivas, em 1979. O sucesso dessa teoria em suas implicações econômicas valeu o Nobel de economia de 2002 a Kahnemann e certamente seria estendido a Tversky, caso este estivesse vivo à época - Tversky falecera em 1996, vítima de câncer.

### *Jogos Dinâmicos*

Até que a Teoria das Perspectivas viesse elucidar o comportamento de inconsistência aparente dos agentes humanos, em escolhas envolvendo risco e incerteza, a teoria dos jogos sofreu várias críticas de economistas acerca da concepção forte de racionalidade dos jogadores que não correspondiam ao real desempenho dos agentes racionais. Além disso, muitos conceitos-chaves, como ponto de equilíbrio e axiomas da transitividade das preferências, foram atacados através de experimentos simples, como o Dilema dos Prisioneiros, que obrigavam uma revisão das deliberações que fugiam do padrão teórico previsto.

Enquanto a intransitividade das preferências esbarraria no problema insolúvel do teorema de Arrow, para o bem-estar social, o dilema dos prisioneiros acabou por transformar a teoria dos jogos estáticos imaginada por Von Neumann e Morgenstern em uma teoria de jogos dinâmicos que rapidamente foi desenvolvida e incorporada aos métodos de pesquisa da biologia evolutiva contemporânea.

Em *Theory of Games and Economic Behavior*, seus autores foram enfáticos em procurar delimitar sua formulação à busca de compreensão das evidências de como as pessoas se comportam em uma dada situação. Primeiro era preciso entender como as decisões são tomadas em um instante determinado para depois investigar as repetições sucessivas das mesmas circunstâncias iniciais. Sob o argumento de que, uma vez encontrado o equilíbrio, não haveria razões para mudanças, eles rejeitavam a necessidade de se desenvolver uma abordagem dos jogos dinâmicos, naquele estágio teórico preliminar<sup>297</sup>.

Entretanto, depois que, sobretudo, Axelrod colocou o Dilema dos Prisioneiros Iterado no centro de sua Teoria da Cooperação, o estudo dos jogos dinâmicos acabou por preencher a lacuna deixada pela teoria original e apresentou um amplo espectro

297 Veja VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. Op. cit., cap. 4, § 4.8.2, pp. 44-45.

de possibilidades para sustentação do equilíbrio em situações mais favoráveis do que a do jogo base, de um só lance. Assim, resultados na fronteira do ótimo de Pareto poderiam ser alcançados permitindo aos jogadores observarem as reações do outro a suas decisões e, nesse, sentido reorientar duas estratégias. Na biologia evolutiva, foram os jogos dinâmicos uma ferramenta empregada na explicação de diversos comportamentos paradoxais, observados não só em humanos, mas em todo tipo de ser vivo. Surgiu, então, uma nova classe de jogos evolutivos que transformou por completo a interpretação da teoria dos jogos tradicional, não se detendo mais em agentes racionais, mas abordando a conduta de qualquer tipo de indivíduo que fosse capaz de atuar conforme as condições do meio e a presença de uma outra parte reagente.

Por conta dessa nova abordagem, a teoria dos jogos e sua modelagem formal das interações atraíram a atenção de pesquisadores de muitas outras disciplinas afins, interessadas no estudo do comportamento de sistemas dinâmicos. Para a Teoria do Caos e para a Inteligência Artificial, a teoria dos jogos apresentou a possibilidade de se programar autônomos celulares que simulassem a cognição e o movimento oscilatório pertinente a condições de vida no limite entre o caos e a ordem. Desse modo, a teoria dos jogos conquistou a física contemporânea e a ciência cognitiva mais avançada.

Se na teoria econômica a teoria dos jogos ficou restrita à microeconomia, nas outras áreas do conhecimento veio galgando espaços cada vez mais amplos. Na biologia, está no centro dos experimentos a respeito da evolução do comportamento e consolidação das emoções na psicologia humana. De fato, os jogos evolutivos vêm ganhando cada vez mais atenção de pesquisadores fora da biologia. O afastamento inicial dos economistas não impediu que experimentos com modelos dinâmicos fossem usados para atacar os pressupostos teóricos do liberalismo econômico que não se sustentam na prática. Nessa linha de investigação, testes que avaliam a capacidade de cooperação dos jogadores estão sendo empregados como métodos que ajudam a revelar mecanismos que estão por detrás da complexa atividade humana.

Na economia, os jogos experimentais estão em expansão, graças à gama de possibilidades de aplicação, já demonstrada pelos evolucionistas. Karl Sigmund, economista austríaco, recomenda sua utilização no estudo das interações cotidianas de comércio entre pessoas de diversos países por meios eletrônicos, através da rede mundial de computadores. Essas e outras relações interpessoais funcionariam a despeito da ausência de contratos explícitos e instituições que deveriam regular essas trocas em escala global<sup>298</sup>.

### *Neuroeconomia*

Por causa do sucesso do individualismo metodológico na biologia e ciências sociais, os jogos dinâmicos abrangem atualmente áreas que antes não eram atraídas. A neuroeconomia é um novo campo interdisciplinar que cresce com a reunião dos modelos de jogos à investigação neurológica, por meio de tomografia computadorizada, despertando o interesse de economistas e neurocientistas que querem descobrir as causas fisiológicas do comportamento dos agentes. Antes, a tática de evitar abordagens que levassem em conta juízos de valor era defendida por economistas que procuravam colocar suas teorias mais próximas dos métodos científicos. Assim, desde o século XIX,

298 Veja SIGMUND, K. "The Economics of Fairness", p. 1.

os economistas tratavam de desenvolver técnicas de formalização matemática que não fizessem menção a sentimentos e estados mentais dos indivíduos. Não obstante, se no passado não era possível trabalhar de modo experimental a cognição humana - a maneira pela qual as reações nervosas ocorriam no cérebro e provocavam por conseguinte um comportamento respectivo -, com o avanço da tecnologia não invasiva de observação das atividades cerebrais relacionadas a um estímulo qualquer permitiu identificar as áreas responsáveis pelo comportamento econômico, já no final do século XX. A conduta humana surge da atividade conjunta do sistema de reações automáticas e controladas, dependendo da interpretação da ocasião em que se provoca uma atitude.

A neuroeconomia informa os pesquisadores de ambas modalidades - neurociências e economia - sobre o papel do sistema nervoso no processo de decisão em negociações rotineiras. Por conta disso, além das variáveis tradicionais a serem observadas é preciso saber o estado mental do agente em relação ao tipo de ação que irá adotar. Em geral, os economistas imaginam que as escolhas dos agentes são resultados finais de um processo de tomada de decisão que, quando chegam a um equilíbrio não podem mais ser mudados. Entretanto, os recentes estudos neurológicos têm mostrado uma interferência do sistema autônomo de respostas que não é necessariamente percebida conscientemente e, por tanto, não depende do controle efetivo do sujeito. Por outro lado, há circunstâncias em que as emoções exercem também um papel decisivo, de acordo com o calor do momento.

Os métodos das neurociências procuram mapear as áreas do cérebro que trabalham no processamento das escolhas econômicas, identificando, por vezes, os neurônios atuantes, seja por meio de estímulos elétricos ou químicos. Saber como o cérebro funciona nessas ocasiões ajuda a compreender melhor que hipóteses teóricas são sustentadas pelas evidências empíricas. Alguns dos conceitos criados pelos economistas, na prática, não acontecem nos testes realizados, tais como avaliação do risco, o desconto paramétrico do futuro e considerações altruístas, sobretudo quando as decisões são derivadas de um processo automático de seleção. Isto é, não haveria nenhum módulo isolado no cérebro que fosse especializado nesse tipo de avaliação. O que vale dizer que para o risco ser corretamente percebido, precisa estar envolvido em um contexto de incerteza ou insegurança para ser adequadamente estruturado<sup>299</sup>.

Uma vez contextualizado o problema, o processo afetivo pode então motivar o agente a seguir ou não uma tendência delimitada pelas opções disponíveis. Da perspectiva neurológica, as preferências, os interesses, as crenças e os desejos do agente só existem em função da sua sobrevivência e reprodução. Estes fatores são fins ou meios que são marcados como relevantes em razão da manutenção de um equilíbrio homeostático dos organismos que assegure sua existência e perpetuação, nas condições impostas pelo meio ambiente. A homeostase é, portanto, o princípio que conduz todo processo deliberativo exercido pelo sistema nervoso. Em outras palavras, tudo é decidido no sentido de procurar preservar a integridade física do organismo<sup>300</sup>.

Pesquisas do economista Ernst Fehr, Michael Kosfeld e seus colegas da Universidade de Zürich têm ajudado a revelar que a confiança nas relações sociais pode ser

299 Veja CAMERER, C., LOEWENSTEIN, G. & PRELEC, Dr. "Neuroeconomics", pp 17-18.

300 Veja CAMERER, C., LOEWENSTEIN, G. & PRELEC, Dr. Op. cit., pp 19 e 20 e DAMÁSIO, A. R. *O Mistério da Consciência*, part. 4, cap. 10, pp. 382-383.



incrementada, quando é inalado pelos agentes um neurotransmissor conhecido como oxitocina. Esse hormônio é produzido naturalmente pelo hipotálamo, região do cérebro que controla a regulação biológica e também as emoções. Trata-se de uma substância química chamada peptido formada por nove aminoácidos. É utilizada por via intravenosa para indução do parto e de modo intranasal para estimular a lactação. Também ajuda a reduzir e controlar a hemorragia pós-parto, sendo contraindicada para pessoas hipertensas ou quando há complicações na gestação. Não deve ser administrada de forma oral por ser facilmente metabolizada pelo aparelho digestivo. Atua no sistema nervoso em regiões associadas com o comportamento emocional e social (como a amígdala). Nos mamíferos, a oxitocina diminui a resistência natural dos animais à aproximação de estranhos<sup>301</sup>.

A equipe do Instituto para Pesquisa Empírica em Economia de Zürich borri-fou um líquido contendo a oxitocina e outro com placebo, respectivamente, em dois grupos distintos de jogadores que participaram anonimamente de uma variante do Ultimato conhecida como Jogo da Confiança. Neste tipo de jogo, duas pessoas atuam sem saber quem é o investidor ou o depositário. O investidor deverá escolher uma parte ou o total de uma quantia disponível para ser enviada a um depositário. Ao fazer isso, o valor que for investido será multiplicado pela banca (o experimentador) e imediatamente remetido ao depositário, que de posse dessa transferência deve então decidir se devolve alguma parte, todo o dinheiro ou nada.

O Jogo da Confiança testa a confiabilidade do investidor no retorno de seu capital por parte do depositário. Entretanto, o investidor enfrenta o dilema de fazer um alto investimento e arriscar a ter sua confiança explorada pelo depositário ou investir pouco e passar a ser alvo da indignação do segundo jogador, que pode considerar injusta a fração que recebe, em relação ao que o primeiro guardou para si. Nos experimentos realizados por Kosfeld, os investidores recebiam \$12 e tinham as opções de aplicar nada, \$4, \$8 ou tudo. Os valores eram depois triplicados e enviados ao depositário. Este somava as transferências com os \$12 que também recebera do experimentador e decidia quanto deveria devolver ao investidor, a saber: zero, \$12, \$24, \$36 ou \$48<sup>302</sup>.

Os participantes da experiência foram divididos em dois grupos. Os investidores que inalaram a oxitocina aumentaram suas transferências em média 17 por cento, em comparação ao grupo de controle que inalou placebo. Esse comportamento indicou que a oxitocina interfere nas interações sociais, estimulando a confiança no outro, mesmo que desconhecido. Razões para esta conclusão foram reforçadas, pois quando o investimento sofria a incerteza do risco - com uma taxa de probabilidade de não ser devolvido - ou quando era informado que o depositário era uma máquina, a oxitocina não produzia nenhum efeito perceptível<sup>303</sup>.

Além do mais, a oxitocina só agia sobre as decisões do investidor e não do depositário. Isto porque, os primeiros exercem papéis psicológicos diferentes dos segundo. Cabe ao investidor ter a iniciativa de abordar o depositário, enquanto este tem apenas de avaliar se responde a ele reciprocamente ou não. O que significa que a oxitocina não atua sobre a reciprocidade, mas afeta o contato interpessoal, estimulando a interação

301 Veja DAMÁSIO, A. R. "Brain Trust", in *Nature*, p. 571.

302 Veja KOSFELD, M et al. "Oxytocin Increases Trust in Humans", in *Nature*, p. 673.

303 Veja FEHR, E., FISCHBACHER, U. & KOSFELD, M. "Neuroeconomic Foundations of Trust and Social Preferences", II e III, pp. 7 a 9.

social, que os biólogos chamam de “comportamento de abordagem”<sup>304</sup>.

Os experimentos com jogos em que participam pesquisadores de vários campos de investigação avançam rapidamente. Os resultados obtidos até agora, sobretudo na nova neuroeconomia, apontam para uma promissora área de atuação para jovens pesquisadores interessados em abrir a “caixa-preta” que processa as deliberações econômicas e sociais. O mistério da consciência e do comportamento humano nunca esteve tão perto de ser elucidado.

## §24. *Uma Nova Visão da Ética*

Da filosofia, pode-se dizer que foi a origem de todas as ciências. No início, passado o espanto original da percepção da regularidade dos fenômenos, os primeiros filósofos grosseiramente tentaram estabelecer princípios que pudessem explicar a origem de todas as coisas. Pouco a pouco, um maior refinamento do debate filosófico exigiu a formulação de argumentos e conceitos que explicassem as dificuldades que vinham sendo apresentadas. Da simples observação dos fenômenos e dedução de sua ocorrência, voltou-se para formulação de hipóteses que depois deveriam ou não ser confirmadas pela experiência. Por vezes, a lógica perfeita do conjunto de proposições era um substituto conveniente para qualquer prova material. Assim, surgiu o pensamento metafísico e a própria ética que não se detinham pela ausência de qualquer contraexemplo que justificasse suas pretensões.

A observação inicial cedeu espaço a uma especulação dedutiva por meio da qual se pensava possível interpretar o mundo e o lugar do ser humano neste. Regras de inferência, solidamente construídas, garantiam a verdade das proposições. Não obstante, à medida que novos fenômenos iam sendo detectados, as propostas anteriores eram assaltadas por diversas indagações que, caso não fossem respondidas de modo satisfatório, minavam as bases antes tidas como inabaláveis. A metafísica e a metaética que se mantiveram apegadas a teologias perduraram dogmaticamente por longos séculos. Mas a crescente demanda por novas explicações gerou a especialização de vários ramos teóricos que fragmentavam o conhecimento em diversas disciplinas distintas e, por vezes, divergentes.

O desdobramento do Iluminismo levou à formação de muitas novas maneiras de investigar a natureza, o que acabou por criar, no século XIX, as principais ciências conhecidas hoje. Nesse período, a ética, ou filosofia prática, passou por várias tendências que oscilavam entre o materialismo e o idealismo. Do rigorismo kantiano por fazer valer suas normas, qualquer que fosse o contexto, até o utilitarismo de ato, voltado para as consequências das ações morais, a ética também apresentou fortes discussões em torno do modo de sustentar os argumentos em favor de determinados princípios, bem como a aplicação dos seus preceitos ao cotidiano. Desde Sócrates (470-399 a.C.), os principais pesquisadores dessa área vêm julgando a necessidade e conveniência de se pôr em prática as leis morais propostas por suas teorias.

A moral teve sua origem histórico-filosófica nas questões levantadas por Sócrates, na Grécia do século V a.C., e que foram exaustivamente desenvolvidas nos diálogos platônicos e nos *Ditos e Feitos Memoráveis de Sócrates*, de Xenofonte (c. 428-354 a.C.). Na obra de Platão, Sócrates considerava que as demandas éticas só poderiam ser ple-

304 Veja KOSFELD, M et al. *Op. cit.*, p. 675 e DAMÁSIO, A. R. *Op. cit.*, *idem*.

namente resolvidas com o conhecimento de si mesmo por parte dos indivíduos. Uma vez alcançado tal conhecimento, a percepção das virtudes permitiria uma atuação política correta, segundo os ideais perpétuos de um mundo ulterior<sup>305</sup>. Não obstante, um Sócrates muito mais preocupado com a utilidade das decisões e do conhecimento filosófico aparece em diversas passagens dos *Memoráveis*<sup>306</sup>.

Por sua vez, o filósofo alemão do século XX, Martin Heidegger (1889-1976)<sup>307</sup>, via no fragmento 119 – *ethos anthropo daimon*<sup>308</sup> –, atribuído a Heráclito de Éfeso (c. 540-480 a.C.), o sentido originário da ética, como lugar onde o homem habita, sua morada, diferente da concepção de um bem (*agathon*) socrático e platônico a ser buscado num mundo ideal. Heidegger amparava-se, para tanto, na passagem *Das Partes dos Animais* A, 5, 645 a, 17, de Aristóteles (384-322 a.C.), em que se conta uma anedota na qual Heráclito teria dito a estrangeiros que temiam se aproximar de sua pobre moradia : *einai gar kai entautha teous* (pois aqui também moram os deuses)<sup>309</sup>.

Se, portanto, de acordo com a significação fundamental da palavra *ethos*, o nome Ética diz que medita a habitação do homem, então aquele pensar que pensa a verdade do ser como o elemento primordial do homem enquanto alguém que ec-siste [*sic*] já é em si a Ética originária. Mas este pensar não é apenas então Ética, porque é Ontologia. Pois a Ontologia pensa sempre apenas o ente (*on*) em seu ser (...) (HEIDEGGER, M. “Sobre o ‘Humanismo’”, p. 171).

Heidegger percebia nessa busca ética por um conhecimento próprio como uma investigação ontológica pela essência do ser. Com isso, um sentido originário da ética a reduziria a um domínio da metafísica em que se teria de comprometer com verdades absolutas tão difíceis de sustentar, quanto as pretensões de uma ética tradicional apoiada numa revelação divina. Contudo, se ao sujeito falível contemporâneo está vedado o acesso ao verdadeiro conhecimento das essências e a crença em Deus não passa de uma crença a mais a ser considerada, então uma ética centrada no sujeito precisa descartar pretensões tão elevadas e tentar explicar como, da perspectiva subjetiva, é possível sustentar concepções éticas, válidas objetivamente, sem passar por um consenso intersubjetivo.

Aristóteles argumentou por uma interpretação de *ethos*, não como morada, mas como um hábito ou prática que o sujeito deveria optar a fim de realizar os “atos nobres”, uma vez que o conhecimento da virtude não seria suficiente para que o homem comum exercesse a função de um ser racional, nobre e virtuoso<sup>310</sup>. Entretanto, Aristóteles esbarrou no mesmo problema que Kant enfrentaria dois mil anos depois, de como fazer com que seres racionais e sensíveis fossem capazes de ou contemplar a verdade, eudemonia, ou de agir segundo o dever racional. Ambos pensavam que as inclinações sensíveis limitavam a motivação racional pela ética e quanto a isso não tinham solução

305 Entre os principais diálogos sobre a moral socrática-platônica, destacam-se: **Apologia de Sócrates, Fédon, Fedro, Protágoras, República, Críton**; todos de autoria de Platão. Veja PLATÃO. **Diálogos**, vols. I, III, IV, V e VI-VII.

306 XENOFONTE. **Ditos e Feitos Memoráveis de Sócrates**, liv.IV, cap.I, II e V, pp.133/140 e 149/150.

307 Veja HEIDEGGER, M. “Sobre o ‘Humanismo’”, p. 170.

308 Veja KIRK, G.S., RAVEN, J.E. & SCHOFIELD, M. **Os Filósofos Pré-Socráticos**, cap.VI, pp.218/9.

309 Veja HEIDEGGER, M. **Op. Cit.**, idem.

310 Veja ARISTÓTELES. **Ética a Nicômaco**, liv. X, cap. 9, 1179b-1180a.

que resolvesse, no âmbito da subjetividade<sup>311</sup>.

Para que um ser, ao mesmo tempo racional e afetado pelos sentidos, queira aquilo que só a razão lhe prescreve como dever, é preciso sem dúvida uma faculdade da razão que *inspire* um *sentimento de prazer* ou de satisfação no cumprimento do dever, e, por conseguinte, que haja uma causalidade da razão que determine a sensibilidade conforme aos seus princípios. Mas é totalmente impossível compreender, isto é, tornar concebível *a priori*, como é que um simples pensamento, que não contém em si nada de sensível, pode produzir uma sensação de prazer ou de dor; pois isto é uma espécie particular de causalidade, da qual, como de toda causalidade, absolutamente nada podemos determinar *a priori*, mas a respeito da qual temos de consultar a experiência. (...) (KANT, I. *Fundamentação da Metafísica dos Costumes*, B 122-123).

Por dois lados, a moral centrada no sujeito encontra problemas que até o presente não foram resolvidos. Primeiro, as limitações naturais evidentes que impedem os indivíduos de determinar por si só a sua própria função ou bem e alcançá-lo. Em segundo lugar, ainda que pudesse descobrir qual fosse tal bem, enfrentaria também os obstáculos que surgem durante sua busca e motivação, frente à disputa com seres semelhantes, pelos recursos escassos. Além disso, uma postura particularista da ética põe em choque os diversos fins subjetivos conflitantes, possíveis de serem eleitos pelos agentes, e que só uma perspectiva mais ampla e abrangente teria condições de solucionar. A insuficiência dos seres vivos, a falibilidade da razão e o conflito de opiniões impedem que uma ética subjetivista logre qualquer êxito prático. Desta se exige que indique qual a essência do ser humano, como ele a determina ou é determinado, se pode a conceber ou não, e ainda como pode pôr em prática uma ação consequente, efetivamente moral, sem ter de levar em conta concepções contrárias de seres semelhantes.

Dada a dificuldade da moral centrada no agente responder essas demandas, resta reconhecer as limitações da razão, da sensibilidade e da capacidade física do sujeito para sustentar exclusivamente qualquer moral. As soluções para os problemas de uma moral particular se resolvem em grande parte quando são considerados também os interesses de outros agentes, num cenário de escassez de recursos, onde cumpre a moral orientar as ações humanas consideradas válidas por todos envolvidos. O isolamento dos indivíduos logo vislumbra a impossibilidade de alguém realizar sozinho seus fins. No momento em que se reconhece isso, cada um deve procurar adequar suas linhas de ação às circunstâncias, nem sempre favoráveis, que tem de enfrentar, caso queira satisfazer ao máximo seus interesses, quaisquer que sejam.

Em meio a um cenário passível de concorrência por outros atores semelhantes, o agente pode adotar uma perspectiva na qual se coloque como a única fonte de ações, capaz de reagir ativamente às pressões ambientais, adotando o ponto de vista de parâmetro exclusivo de atuação. Nesse caso, a visão *paramétrica* gerará distorções toda

311 Veja ARISTÓTELES. *Op. Cit.*, liv. X, cap. 7, 1177b, 25-30 e KANT, I. *Fundamentação da Metafísica dos Costumes*, III seq., B 122-123.

vez que agentes semelhantes tenham de competir pelos recursos escassos, necessários para realização de seus objetivos. Os piores resultados são esperados quando todos envolvidos seguem uma postura paramétrica. Os exemplos eloquentes do Dilema dos Prisioneiros e outros modelos de interação extraídos da Teoria dos Jogos ajudam a compreender melhor a inviabilidade desse tipo de subjetividade.

Para evitar os embaraços de uma postura paramétrica, convém adotar, então, uma percepção *estratégica*, onde os agentes reconhecem, recursivamente, em seus semelhantes as capacidades relevantes que permitem com que eles reajam de maneira tal e qual os próprios agentes também reagiriam, diante da ação do outro. Assim, o reconhecimento da necessidade de considerar os interesses dos outros obriga à descentralização da moral, que passa a ser regida então por padrões intersubjetivos pelo encontro de estratégias conjuntas que satisfaçam os interesses de todos envolvidos, caso se queira resolver os conflitos que os seres vivos enfrentam na busca de sua “autorrealização”. As condições naturais que os agentes vivem explicam a necessidade de se observar o processo pelo qual tais seres passaram até poderem produzir uma coordenação das próprias ações, tendo por consequência uma melhor distribuição dos meios indispensáveis para que cada um atinja suas metas de modo mais fácil e rápido.

Todo teor da moral reside na preocupação com o outro e mesmo os pontos de vistas essencialistas ou perfeccionista de uma ética das virtudes ou ideal de bem defendem, tradicionalmente, a realização humana em sua participação da sociedade. A vida política de um agente moral constrói-se com sabedoria prática e atos que condizem com a condição humana. Entretanto, o risco de tomar-se uma posição arbitrária e voluntarista de quem assume tal postura desencadeou alguns acontecimentos históricos temerários e desastrosos. Platão pagou com a perda da própria liberdade a tentativa de adestrar o tirano de Siracusa, Dionísio, enquanto Karl Marx (1818-1883) inspirou os comunistas a implantarem pela força uma utopia que arrastou milhões de vidas no século XX<sup>312</sup>.

Esses episódios puseram em xeque as teorias éticas sobre o bem agir e distribuição igualitária de recursos. Tanto a moral subjetiva, quanto a universalista, caíram em descrédito por serem irrealistas. Faltou aos tradicionais teóricos da ética um dispositivo que pudesse aferir suas máximas e apontar as possíveis falhas. Se tal dispositivo existisse antes, suas ideias poderiam ser revisadas, salvando muitas vidas e o tempo perdido em experiências equivocadas.

Richard Braithwaite chamou atenção para a teoria dos jogos como uma ferramenta à disposição do filósofo contemporâneo da moral que não havia sido descoberto até então. Isso aconteceu pouco depois do lançamento de *Theory of Games and Economic Behavior*, de Von Neumann e Morgenstern. Naquele tempo, a teoria ainda não havia avançado tanto como veio a progredir depois, sobretudo no que diz respeito à arte da simulação. Efetivamente, muito caminho ainda resta a ser percorrido. Entretanto, o sucessivo reconhecimento da comunidade científica internacional tem dado destaque à teoria na sua capacidade de avaliação de hipóteses. O ano de 2005, pela terceira vez, viu o prêmio Nobel de economia ser concedido a dois importantes pesquisadores dessa área, Robert Aumann, matemático israelense, e Thomas Schelling, economista

---

312 A aventura política de Platão está registrada na **Carta VII**, enquanto a convocação de Marx foi feita por meio do **Manifesto Comunista**.

estadunidense.

O novo campo interdisciplinar aberto pela teoria dos jogos permitiu a economistas, matemáticos, psicólogos, neurologistas e biólogos tratarem do comportamento ético em suas pesquisas, quando aplicavam os experimentos que provocavam a cooperação ou deserção dos agentes de acordo com as condições do jogo. Contudo, embora a teoria dos jogos tenha despertado o interesse de diversas matérias para a influência de valores éticos na tomada de decisão, não foi capaz ainda de atrair filósofos acadêmicos para sua linha de pesquisa. Os exemplos de Braithwaite, Harsanyi, Rawls, Martin Hollis são tão raros que suas contribuições podem ser listadas em um simples parágrafo. É notória a dificuldade de autores de ciências sociais em trabalhar conceitos formais da matemática. As confusões de Rawls em relação ao conceito minimax foram alvos do ataque certeiro de Harsanyi, um filósofo húngaro com formação de matemático, imigrante tal com Von Neumann<sup>313</sup>.

### *Uma Nova Ética*

Os problemas que surgiram com a globalização da economia provocaram a *Declaração do Milênio* da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), em setembro de 2000. Para minimizar os efeitos perversos da produção industrial em escala mundial - poluição, devastação e miséria -, países que compõem a Assembleia Geral resolveram adotar uma nova ética de conservação e proteção do meio ambiente. O objetivo seria reduzir os danos provocados pela atividade humana e o comprometimento de recursos naturais não renováveis necessários para satisfazer as demandas da espécie. O primeiro passo em direção a essa nova ética seria atender, entre outros pontos, a redução da emissão de gases relacionados com o efeito estufa - gás carbônico (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>) -; o manejo de matérias-primas conforme o conceito de desenvolvimento sustentável - nada seria transformado além do limite de sua reposição natural, isto é, sem comprometer a capacidade das próximas gerações atenderem suas necessidades<sup>314</sup> -; promover o acesso equitativo e adequado do abastecimento de água potável; estimular a cooperação com objetivo de minimizar os efeitos de desastres naturais e provocados por humanos<sup>315</sup>.

A cada dia está se tornando mais claro os efeitos nefastos de concepção distorcida adotada pela tradição de que os recursos naturais seriam inesgotáveis e estavam à disposição da espécie humana, por um duvidoso direito divino. A mudança climática causada pela elevação da temperatura do planeta tem provocado fenômenos atmosféricos até então inéditos nos registros históricos. O aumento previsto para cerca de 2°C, até o fim do século XXI, está diretamente relacionado com a produção industrial dos países desenvolvidos e os em desenvolvimento. O impacto dessa transformação atinge mais duramente os miseráveis da Terra. O diagnóstico desse problema e análise das possíveis soluções só podem ser bem esclarecidos com uma nova concepção de ética que utilize o instrumental da teoria dos jogos.

313 Um exemplo da crítica de Harsanyi aos princípios de Rawls e a defesa do utilitarismo de regra pode ser apreciado em HARSANYI, J. C. “**Game and Decision Theoric Models in Ethics**”, in AUMANN, R. & HART, S. **Handbook of Game Theory with Economic Application**, vol 1, cap. 19, pp. 669-707.

314 Conceito definido no Relatório da Comissão Brundtland (1987), veja DASGUPTA, P. “**Uma Abordagem Dosada**”, in **Scientific American Brasil**, ano 4, nº41, p. 98.

315 Veja ASSEMBLEIA GERAL DA ONU. **Declaración del Milenio**, IV, § 23, pp. 6 e 7.



Para tanto, faz-se necessário uma observação atenta do modo pelo qual as ações individuais em interação e em larga escala resultam efeitos contrários aos planejados. A metaética, que não se envolve com questões práticas e procura apenas investigar conceitos e sua metodologia, não traz nenhuma contribuição à solução desses problemas. As tomadas de decisão dizem respeito a uma ética prática que avalia não apenas as estratégias escolhidas, mas as suas consequências. Por conseguinte, o modelo de jogos facilita a tarefa de avaliação das melhores escolhas. Uma nova ética, como a pretendida pelas Nações Unidas, tem na teoria dos jogos um instrumento indispensável de compreensão do processo deliberativo e posterior comportamento humano.

Os conceitos fundamentais para o tipo de discussão proposta já são debatidos por esses teóricos há, pelo menos, meio século. Pouco a pouco, filósofos contemporâneos, como Peter Singer, de *Um Só Mundo* (2002), percebem o alcance desse novo método para uma interpretação mais precisa e realista da situação planetária atual. Racionalidade estratégica, agentes egoístas, cooperação, coordenação de esforços, equidade, confiança, entre muitos outros temas podem ser adequadamente estudados por meio de jogos<sup>316</sup>.

A civilização global traz ao primeiro plano problemas que a visão estreita do nacionalismo e do liberalismo econômico se recusam aceitar. As ações egoístas de tais agentes, econômicos e políticos, levaram o mundo à encruzilhada em que se encontra. Continuar agindo da forma insustentável e irresponsável que historicamente os seres humanos vêm se comportando terá por resultado um grau crescente de sofrimento e morte para maior parte dos seres vivos. Uma nova ética baseada nos jogos é capaz de prevenir os erros de tais opções e sugerir maneiras de amenizá-los. Motivação e aplicação de normas válidas são abordadas e justificadas do mesmo modo como o encontro de proposições adequadamente formuladas. A estratégia que servir para produção do melhor resultado conjunto, no sentido do ótimo de Pareto, tem sua implementação corretamente recomendada para todos envolvidos. Uma vez descoberto esse ponto ótimo os mecanismos necessários de penalidades devem ser acionados toda vez que haja um desvio, para que a cooperação seja mantida e se evite a situação dos jogos de soma zero, onde um só conseguirá obter mais se reduzir os ganhos da outra parte, na fronteira de eficiência.

A identificação e punição dos exploradores da cooperação é um recurso chave para que a reciprocidade produza os efeitos desejados do empreendimento comum. Só assim, o dilema social resolve-se satisfatoriamente, sem cair em um ciclo de cooperação-exploração-solidão-cooperação. Essa transformação da ética está apta a recomendar as necessárias mudanças na estrutura da ONU, para que esta venha a cumprir seu papel efetivo de guardião da paz, prosperidade e justiça no mundo. Com a vantagem de fornecer propostas realistas e amparadas no exame atento do momento.

O aspecto realista - não confundir com o realismo platônico - da teoria dos jogos, ao invés de ser um empecilho, como poderiam argumentar céticos e relativistas, tem a vantagem de considerar a viabilidade de linhas de ação consideradas válidas para um determinado modelo de situação. Levar em conta problemas concretos de retaliação, erros de avaliação e informação corrompida, por exemplo, ajuda a refinar as escolhas

---

316 Em *Um Só Mundo*, Peter Singer discute os principais problemas do mundo globalizada apontando soluções a luz da teoria dos jogos, em favor de uma nova ética.

a ponto delas superarem as provas de um contexto real de vida. Portanto, em vez de problemas, a perspectiva realista ajuda a encontrar soluções possíveis para adaptação às mudanças climáticas, a eliminação da miséria e o desenvolvimento de uma perda gradual da soberania nacional, enquanto uma formação mais nítida de um governo mundial deverá chamar para si a responsabilidade de garantir segurança aos indivíduos em qualquer parte do globo, em um futuro próximo.

Esse é um projeto de longo prazo que será acelerado devido a imposições da globalização e seus efeitos sobre o meio ambiente. As nações e os indivíduos isoladamente não têm mais o poder de resolverem os problemas atuais que suas posturas egoístas racionais detonaram. A miséria acompanha os seres humanos desde a mitológica “perda do paraíso”. A poluição agravou-se a partir da Revolução Industrial (c. 1750). Juntos, esses fenômenos ameaçam, agora, a sobrevivência da espécie no planeta, a despeito de todas outras ameaças vivas terem sido controladas - com exceção dos vírus e bactérias. Somente uma ética mundial pode concentrar esforços na direção de soluções práticas em escala global. As éticas universalistas modernas - kantianas ou utilitaristas, por exemplo - apresentam, por um lado, critérios que não podem ser aplicados, devido à vacuidade de suas formulações ou exigência de forte racionalidade, ou normas práticas que carecem de uma justificação que só pode ser apoiada em pressupostos de outra teoria.

O contratualismo permanece como uma concepção teórica da validação de normas que resiste a várias provas impostas pela nova ética modelada pelos jogos. Ao menos para a solução de Dilemas Sociais, a necessidade de uma instituição que fiscalize e obrigue o cumprimento da cooperação, seja por um contrato tácito ou explícito, é compatível com a interpretação própria da intuição hobbesiana. Seja no condomínio urbano, seja nas compras através da rede mundial de computadores, ou na Assembleia Geral, a figura do Leviatã deve ser encarnada por quem ocupar o cargo de síndico ou secretário-geral. Nesse sentido, o contratualismo, fundamentado na reciprocidade e apoiado nos jogos, pode vir a ser a base de uma nova ética factível para os tempos atuais.

## §25. Conclusão

O mais difícil em uma caminhada é o primeiro passo. Uma longa caminhada não termina enquanto uma série de passos não ligar o primeiro ao último. Concepções imediatistas, em política, são adotadas por nações e seus respectivos governos que se arriscam a estabelecer projetos de larga escala, sem levar em conta os detalhes e aspectos elementares que compõem o todo. A visão macroeconômica amiúde gera desperdícios que sobrecarregam os povos de impostos e custos desnecessários. Em geral, sabem como começar, mas não como parar.

A solução dos problemas vividos por toda uma geração neste começo de milênio depende de uma correta compreensão de como a ação de cada ser humano no passado contribuiu para o estado de coisas alarmante dos tempos atuais. A devastação do meio ambiente, superpopulação, má distribuição de recursos e miséria são consequências da cegueira de teorias para a ação individual e o impacto do somatório dos seus ganhos no resultado final da interação humana. Como parte da microeconomia, a Teoria dos Jogos chama atenção dos efeitos das escolhas de cada um sobre a condição dos envolvidos.

O planejamento prévio e uma política imposta de cima para baixo não são capazes de resolver as dificuldades acumuladas por uma cadeia de erros sucessivos cometidos no passado. A mudança desse quadro ameaçador só ocorrerá quando se considerar seriamente os interesses individuais de cada envolvido e a satisfação de seus desejos no fim do jogo. De outro modo, políticas públicas macroeconômicas não podem aspirar à eficiência. Caso contrário, os bons indicadores iniciais, que facilmente aparecem, não conseguem se manter a longo prazo. A teoria dos jogos e da cooperação tem a seu favor a capacidade de esclarecer os conceitos e princípios básicos que sustentam a possibilidade de êxito de interpretações sobre o comportamento dos seres vivos.

O individualismo metodológico, que caracteriza esse ponto de vista, tornou-se uma concepção bem-sucedida, em face do fracasso evidente do positivismo nas ciências sociais. Não existe fato social ou instituição que se sustente sem levar em consideração os interesses dos indivíduos que os geraram. As escolhas que os agentes fazem estão limitadas por sua condição física herdada e pela situação em que se encontram. O somatório dessas decisões produz a sociedade humana com os vícios e virtudes que possuam seus integrantes.

O objetivo deste livro é pôr em relevo essa conclusão inevitável. Muitos outros aspectos importantes da teoria não puderam ser sequer abordados, para não perturbar a linha introdutória que foi traçada. Procurou-se, nessa primeira abordagem ao tema, evitar o desenvolvimento de fórmulas complicadas que caracterizam a pesquisa mais avançada em seu domínio. Na primeira parte, foram apresentados um breve relato histórico e os principais conceitos e preceitos dos jogos. Em seguida, um tema específico relacionado aos jogos com comunicação foi colocado como um exemplo da maneira que a teoria dos jogos trata um problema afim a diversas correntes filosóficas da linguagem e comunicação. Depois, a teoria da cooperação foi introduzida e os pontos relacionados à evolução mostraram a mudança de mentalidade motivada pelos torneios de computadores.

Na segunda parte, o Dilema dos Prisioneiros Iterado indicou as propriedades das diversas estratégias que contribuem para manutenção da cooperação em contextos diferentes. O Dilema Social, ou Jogo dos Bens Públicos, é uma extensão daquele dilema para mais de dois jogadores, onde a necessidade de punição e de uma instituição que implemente as penalidades se faz notar. As dificuldades teóricas em relação à concepção de um agente egoísta e racional ficam evidentes em modelos de jogos como o Ultimato. Aqui, a equidade parece ser mais resistente do que a tentação de desertar, sobretudo, porque a possibilidade de retaliação é imediata a propostas injustas, na maioria das sociedades. Considerações sobre a reputação, passada e futura, bem como sentimentos morais - vergonha e indignação - são mobilizados para explicar o fenômeno e a ausência de um comportamento que deveria ser, ao menos, próximo ao do “*homo oeconomicus*”, personagem cuja conduta seria, hipoteticamente, a recomendada pela teoria econômica.

Esses poucos pontos apresentados foram bastante para listar uma série de disciplinas ou campos de investigações separados que podem estabelecer relações através do uso de métodos típicos da teoria, por meio de simulações e modelos de jogos, que tratam do comportamento humano e do processo de deliberação. A teoria dos jogos e os modelos de agentes fazem a ponte entre disciplinas como a economia e as neurociên-

cias, promovendo a formação da neuroeconomia. A partir desta nova disciplina, foram feitas pesquisas sobre como o sistema nervoso reage a situações econômicas, nas quais os participantes devem decidir de acordo com a reação esperada de outros agentes supostamente egoístas.

As ambições iniciais de uma teoria que visava prever a melhor estratégia de atuação em qualquer contexto, na prática, cederam lugar a uma concepção mais promissora de um instrumento de análise útil a muitas áreas de investigação. Com isso, a teoria dos jogos ampliou seu espaço de atuação enquanto fomentava novos setores, como a biologia matemática, a economia experimental e a mencionada neuroeconomia. Para a filosofia, a percepção de Braithwaite ainda aguarda a participação de mais autores interessados. Contudo, a ética é um campo que tem muito a evoluir com a implementação de suas técnicas e formalização da intuição de muitos filósofos modernos: Hobbes, Rousseau, Hume, Bentham, entre outros.

Forçoso dizer que muitos outros pontos relevantes para filosofia foram deixados de fora. Jogos que exigem habilidade e não são exclusivamente estratégicos não foram mencionados. Também os leilões e o interessante Jogo do Leilão do Dólar, de Martin Shubik, - chamado de Escalada, por Howard Raiffa - não tiveram mais do que uma menção em nota no segundo capítulo. O estudo de coalizões e pagamentos laterais, tipos de jogos cooperativos foram outra omissão notável, devido ao enfoque nos jogos não-cooperativos ter predominado. Nenhuma palavra foi escrita sobre o valor de Shapley, importante conceito da primeira fase da teoria e muitos outros temas que o leitor mais informado poderá estranhar a ausência.

Tudo isso graças às limitações naturais que uma apresentação introdutória tem de enfrentar. A meta principal do plano de estudo da *Teoria dos Jogos e da Cooperação para Filósofos* foi colocar em uma linguagem acessível à maioria dos leitores interessados os aspectos centrais da teoria como vem sendo desenvolvida atualmente. Como primeiro contato, atacou-se de imediato os conceitos comuns à filosofia e aos jogos, a fim de estabelecer uma aproximação natural de quem possui pouca ou nenhuma informação sobre o assunto. Se os textos elaborados foram bem-sucedidos deverão despertar no leitor o desejo de buscar mais informação em pesquisas mais avançadas.

A rigor é praticamente impossível mostrar de uma vez todo campo de investigação trabalhado por um setor em franca expansão. De um modo geral, procurou-se apontar a tendência predominante e que vem sendo reconhecida pelas sucessivas premiações recebidas por teóricos dos jogos, desde o Nobel de economia de 1994. São poucos os títulos sobre teoria dos jogos que se mantêm em catálogo, disponíveis em português, alguns introdutórios outros voltados a especialistas. Dentre os que estão à disposição do público, a maior parte se dirige a economistas e administradores. Raros são aqueles que se dedicam ao público geral – amiúde, traduções de obras estrangeiras.

Teoria dos Jogos e da Cooperação procurou atender uma faixa de leitores lusófonos de outras disciplinas, mas que também possam estar interessados em discussões filosóficas a respeito do processo de escolha, tomadas de decisão e o conseqüente comportamento de agentes humanos ou não. Nesse sentido, as fórmulas matemáticas foram reduzidas ao mínimo necessário para não prejudicar a explicação. Na maior parte das vezes, foram postas por extenso, verbalmente, na linguagem natural. Entende-se que todas as formulações simbólicas podem ser traduzidas no vernáculo corrente,

embora isso resulte em uma perda de precisão e em um número maior de caracteres. Assim, frequentemente, preferiu-se uma expressão da forma “a probabilidade que este resultado possa acontecer tem a chance menor do que cinco por cento” ao invés da simples inequação ( $p < 0.05$ )<sup>317</sup>.

Com razão o leitor mais exigente pode objetar que tal verbalização contraria o “espírito” científico e a pretendida precisão buscada pela teoria. Não obstante, o esforço da divulgação, por vezes, obriga o sacrifício do rigor acadêmico em função de uma causa nobre de atrair os iniciantes para um tema que estes poderão mais tarde desenvolver com maior objetividade. A meta de *Teoria dos Jogos e da Cooperação para Filósofos* é, portanto, servir como uma pequena escada que depois deve ser descartada por quem tiver alcançado um patamar mais elevado. Deve ser interpretado como um incentivo, ou primeiro passo, para quem queira iniciar sua pesquisa nessa área, mas não sabe ainda por onde começar.

A teoria dos jogos já avançou para níveis dos quais não é mais possível retroceder. O neodarwinismo da biologia evolutiva contemporânea, a ciência cognitiva da inteligência artificial, a teoria dos sistemas complexos dinâmicos e a neurociência do estudo da mente desenvolvem pesquisas que não foram previstas no estágio inicial da teoria dos jogos. Filósofos contratualistas e utilitaristas contemporâneos já usam-na como base de sua argumentação e princípios gerais. Para entender o debate atual é preciso conhecer os pressupostos originais e ter uma visão abrangente do seu desdobramento conceitual. A partir daí, o interesse de cada um deverá direcioná-lo ao acompanhamento dos assuntos que lhe forem mais próximos. E depois, possivelmente, produzir novas pesquisas em textos críticos sobre os problemas encontrados.

Da maneira que evoluiu, a própria teoria dos jogos é um exemplo de campo interdisciplinar aberto a todos os pesquisadores, nas áreas mais diferentes. Nesse sentido, construiu a percepção de ser um método de análise eficiente e versátil das situações de interação entre agentes egoístas. O que reforça a tendência em considerá-la um meio adequado para solução dos problemas atuais vividos pela humanidade em uma escala global. O acúmulo de erros e confusões metodológicos de uma tradição acadêmica impediu o desenlace de novas perspectivas para o trato da crise provocada pela globalização. Sem fazer tábula rasa de toda essa cultura filosófica, a teoria dos jogos abre horizontes onde podem ser trabalhados sem preconceitos os problemas mais próximos aos indivíduos que sobrevivem em um mundo poluído, com escassez de recursos, superpopuloso e em meio a uma desigualdade que lança pelo menos um bilhão de humanos em uma condição de vida miserável.

A solução desses problemas passa por uma minimização da corrupção, da superação da tragédia dos comuns e da necessidade do estabelecimento de um organismo mundial com poderes de intervenção legitimado pelo consenso dos representantes de toda população do planeta. Todos esses aspectos e muitos outros são abordados nos modelos de jogos. Tal técnica de sistematização ajuda a encontrar respostas para as questões gerais e específicas que lhe são formuladas. Portanto, a teoria dos jogos se apresenta como a disciplina mais promissora para abordagem desses temas.

As próximas gerações têm, então, uma maneira de examinar os problemas que

---

<sup>317</sup> Esse é um exemplo apresentado por AXELROD, R. “Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences”, §3.3, p. 9.

cedo ou tarde terão de enfrentar pela sua própria sobrevivência, livres dos vícios e preconceitos da academia. Nesse sentido, do mesmo modo sugerido por Harsanyi, assim como não se deixa de ensinar aritmética às crianças, também não se deveria furtar de lhe ensinar a teoria dos jogos, por mais difícil e contraintuitiva que possa parecer, à primeira vista<sup>318</sup>.

Os jogos têm a vantagem de simplificar, ao mesmo tempo em que tornam mais precisos, o estudo da interação e comportamento humanos. Serviu para apresentar com nitidez o que há de elementar em muitas formas de convívio social, cuja valoração é difícil de hierarquizar no âmbito da teoria política. Em um jogo, os jogadores procuram realizar da melhor maneira os objetivos que lhe são propostos, seguindo as estratégias disponíveis, segundo uma interpretação correta das regras. Do mesmo modo, em sociedade, os cidadãos visam atingir um plano de acordo com os princípios particulares e as normas gerais aceitas pela comunidade. O resultado conjunto das escolhas feitas pelos indivíduos reflete-se em uma constituição mais ou menos justa, conforme a capacidade de cada um em perceber a cooperação como a melhor solução para todos.

Para estudar o mundo social, necessitamos de conceitos rigorosos. Impõe-se que emprestemos precisão a termos tais como utilidade, informação, comportamento ótimo, estratégia, equilíbrio, ajuste e muitos outros. A Teoria dos Jogos de estratégia desenvolve noções rigorosas para todos esses vocábulos e, assim, nos capacita a examinar a perturbadora complexidade social sob nova luz. Sem esses conceitos precisos, jamais poderíamos esperar que a discussão saísse de um estágio puramente verbal e nos veríamos para sempre cingidos a uma compreensão muito restrita, se é que conseguiríamos alcançá-la (MORGENSTERN, O. "Prefácio", in DAVIS, M. *Teoria dos Jogos*, p.12).

Oskar Morgenstern considerava importante a formalização matemática da teoria e que toda tentativa de divulgá-la para o grande público fosse feita por quem tivesse o conhecimento profundo de todas as complexidades teóricas, bem como participado de sua elaboração. Duas características das quais carece o autor de *Teoria dos Jogos e da Cooperação para Filósofos*. No entanto, este ousou implementar essa tarefa na ausência de alguém mais habilitado que se dispusesse a fazê-lo e com a consciência dos riscos de ter cometido possíveis equívocos. Mas, a importância de se recuperar o tempo perdido pela falta de textos acessíveis, obrigou à decisão pela tomada do difícil primeiro passo. Que essa iniciativa temerária estimule autores credenciados a cumprirem sua missão de divulgador, responsabilidade social de todo cientista e acadêmico.

318 Veja HARSANYI, J. C. "Normative Vality and Meaning of Von Neumann-Morgenstern Utilities", in BINMORE, K., KIRMAN, A. & TANI, P. *Frontier of Game Theory*, cap. 15, 1, p. 307.





# **Referências Bibliográficas**



- ALLAIS, M. F. Ch. “*Le Comportement de L’Homme Rationnel Devant le Risque*”. *Econometrica*, vol. 21, n° 4, pp. 503-546, outubro. 1953.
- APEL, K-O. “*O Desafio da Crítica Total da Razão e o Programa de uma Teoria Filosófica dos Tipos de Racionalidade*”, in *Novos Estudos*, n°23, março de 1989; trad. de Márcio Suzuki.
- ASHBY, W. R. *Uma Introdução à Cibernética*; trad. Geraldo G. de Souza. – São Paulo: Perspectiva, 1970.
- AUMANN, R & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 1. – Amsterdam: Elsevier Science, 1992.
- \_\_\_\_\_. “*Long Cheap Talk*”, in *Econometrica*, 2003, vol. 71, n° 6, 1619-1660. Disponível na Internet via <http://www.ma.huji.ac.il/~hart/abs/long.html>. Arquivo consultado em janeiro de 2005.
- AUSTIN, J. L. *Quando Dizer é Fazer*; trad. Danilo M. de Souza F°. – Porto Alegre: Artes Médicas, 1990.
- AXELROD, R. *The Evolution of Cooperation*. – Nova York: Basic Books, 1984.
- \_\_\_\_\_. “*On Six Advances in Cooperation Theory*”. *Analyse & Kritik*, pp. 1-39, janeiro de 2000. Disponível na Internet via <http://www-personal.umich.edu/~axe/research/SixAdvances.pdf>
- \_\_\_\_\_. *Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences*. Disponível na Internet via <http://www-personal.umich.edu/~axe/>. Arquivo consultado em 2005.
- AXELROD, R. & HAMMOND, R. A. “*The Evolution of Ethnocentric Behavior*”. *Midwest Political Science Convention*. – Chicago, abril de 2003.
- BANCHEREAU, J. “*O Longo Braço do Sistema Imunológico*”, in *Scientific American Brasil*, ano 1, n° 7, pp. 66-73, dezembro de 2002.
- BINMORE, K. “*Review: The complexity of cooperation*”, in *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. Disponível na Internet via <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/1/1/review1.html>. Arquivo consultado em 2003.
- BINMORE, K., OSBORNE, M. J. & RUBINSTEIN, A. “*Noncooperative Models of Bargaining*”, in AUMANN, R. J. & HART, S. *Handbook of Game Theory*, vol 1, cap. 7, pp. 179-225. – Amsterdam: Elsevier, 1992. Disponível na Internet via <http://arielrubinstein.tau.ac.il/papers/40.pdf>. Arquivo consultado em janeiro de 2005.
- BLACKBURN, S. *Ruling Passions*. – Oxford: Claredon Press, 1998.
- BOUZON, E. *O Código de Hammurabi*. – Petrópolis: Vozes, 1992.
- BREMBS, B. *Chaos, Cheating and Cooperation*, in *Oikos*, 76, pp. 14-24. – Copenhagen, 1996. Disponível na Internet via [http://blogarchive.brembs.net/e107\\_files/downloads/ipd.pdf](http://blogarchive.brembs.net/e107_files/downloads/ipd.pdf).
- CALVINO, I. *As Cidades Invisíveis*; trad. Diogo Mainardi. – São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- CAMERER, C., LOEWENSTEIN, G. & PRELEC, Dr. “*Neuroeconomics*”, in *Journal of Economic Literature*, 2005.
- CARROLL, L. *Alice no País do Espelho*; trad. Monteiro Lobato. – São Paulo:

- Brasiliense, 1960.
- CHANGEUX, J-P. *O Homem Neuronal*; trad. Artur J. P. Monteiro. – Lisboa: Dom Quixote, 1991.
- CRAWFORD, V. P. & SOBEL, J. “Strategic Information Transmission”, in *Econometrica*, vol. 50, n° 6. Novembro de 1982.
- DAMÁSIO, A. *O Erro de Descartes*; trad. Dora Vicente e Georgina Segurado. – São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- \_\_\_\_\_. *O Mistério da Consciência*, trad. Laura T. Motta. – São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- \_\_\_\_\_. “Brain Trust”, in *Nature*, vol. 435, jun 2005, pp. 571-572.
- DASGUPTA, P. “Uma Abordagem Dosada”, in *Scientific American Brasil*, ano 4, n°41, p 98, outubro de 2005.
- DAVIS, M. D. *Teoria dos Jogos*; trad. Leonidas Hegenberg e Octanny S. da Mota. – São Paulo: Cultrix, 1973.
- DAWKINS, R. *O Gene Egoísta*; trad. Geraldo H. Florsheim. – Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.
- DENNETT, D. C. *A Perigosa Idéia de Darwin*; trad. Talita M. Rodrigues. – Rio de Janeiro: Rocco, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Tipos de Mentes*; trad. Alexandre Tort. – São Paulo: Rocco, 1997.
- DESCARTES, R. *Discurso do Método*; trad. J. Guinsburg e Bento Prado Jr. – São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Os Pensadores)
- ELSTER, J. *Ulysses and the Sirens*. – Cambridge: CUP, 1984. Ed. mexicana: *Ulises y las Sirenas*; trad. Juan J. Utrilla. – México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1989.
- \_\_\_\_\_. “Some Unresolved Problems in the Theory of Rational Behavior”, in *Acta Sociologica*, 36, pp. 179-190, 1993.
- FALK, A., FEHR, E. & FISCHBACHER, U. “On the Nature of Fair Behavior”. Disponível na Internet <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1093/ei/41.1.20/abstract>. Arquivo consultado em 2002.
- FARRELL, J. “Meaning and Credibility in Cheap-Talk Games”, in *Games and Economic Behavior*, 1993, 5, pp. 514-531.
- FARRELL, J. & RABIN, M. “Cheap Talk”, in *Journal of Economic Perspectives*, vol. 10, n° 3, pp. 103-118. Verão de 1996.
- FEHR, E., FISCHBACHER, U. & KOSFELD, M. “Neuroeconomic Foundations of Trust and Social Preferences”, in *American Economic Review*, Fev. 2005.
- FEHR, E. & GÄCHTER, S. “Fairness and Retaliation”, in *Journal of Economics Perspectives*, 14, pp. 159-181, 2000.
- \_\_\_\_\_. “Cooperation and Punishment in Publics Good Experiments”, in *The American Economic Review*, vol. 90, n° 4, set. 2000. Disponível na Internet via [https://www.researchgate.net/publication/5002326\\_Cooperation\\_and\\_Punishment\\_in\\_Public\\_Good\\_Experiments](https://www.researchgate.net/publication/5002326_Cooperation_and_Punishment_in_Public_Good_Experiments). Arquivo consultado em 2002.
- FEHR, E. & HENRICH, J. “Is Strong Reciprocity a Maladaptation?”, in

- HAMMERSTEIN, P. *The Generic and Cultural Evolution*. – Cambridge (Mass.): MIT, 2003.
- FIANI, R. *Teoria dos Jogos*. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- FOUCAULT, M. *Vigiar e Punir*; trad. Lígia M. P. Vassalo. – Petrópolis: Vozes, 1987.
- GARDNER, H. *A Nova Ciência da Mente*; trad. Cláudia M. Caon. – São Paulo: Edusp, 1995.
- GARDNER, M. “*Mathematical Games*”, in *Scientific American*, 223, pp 120-123, outubro de 1970.
- GAUTHIER, D. *Morals by Agreement*. – Oxford: Clarendon, 1986.
- GROSSMAN, W. M. “*New Tack Wins Prisoner’s Dilemma*”, 13 outubro de 2004. Disponível na Internet via <https://www.wired.com/2004/10/new-tack-wins-prisoners-dilemma/>.
- GÜTH, W., SCHMITBERGER, R. & SCHWARZE, B. “*An Experimental Analysis of Ultimatum Bargaining*”, in *Journal of Economic Behavior and Organization*, 3, 367-88, 1982.
- HABERMAS, J. *Técnica e Ciência como “Ideologia”*; trad. Arthur Morão. – Lisboa: Edições 70, 1987.
- \_\_\_\_\_. *Consciência Moral e Agir Comunicativo*; trad. Guido A. de Almeida. – Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989.
- \_\_\_\_\_. *Erläuterungen zur Diskursethik*. – Frankfurt: Suhrkamp, 1991. Edição francesa: *De l’Éthique de la Discussion*; trad. Mark Hunyadi. – Paris: CERF, 1992.
- \_\_\_\_\_. *A Constelação Pós-Nacional*; trad. Márcio Seligmann-Silva. – São Paulo: Littera Mundi, 2001.
- \_\_\_\_\_. *Verdade e Justificação*; trad. Milton C. Mota. – São Paulo: Loyola, 2004.
- HAMMERSTEIN, P. & SELTEN, R. “*Game Theory and Evolutionary Biology*”, in AUMANN, R. & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 2, cap. 28, pp. 929-993. – Amsterdam: Elsevier Science, 1992.
- HARDIN, G. “*The Tragedy of the Commons*”, in *Science*, vol 162. 13 de dezembro de 1968, pp. 1243-1248. Disponível na Internet via [http://www.garretthardinsociety.org/articles\\_pdf/tragedy\\_of\\_the\\_commons.pdf](http://www.garretthardinsociety.org/articles_pdf/tragedy_of_the_commons.pdf). Arquivo consultado em outubro de 2005.
- HARSANYI, J. C. “*Game and Decision Theoric Models in Ethics*”, in AUMANN, R & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 1, cap. 19. – Amsterdam: Elsevier Science, 1992. pp 669-707.
- \_\_\_\_\_. “*Normative Validity and Meaning of von Neumann-Morgenstern Utilities*”, in BINMORE, K., KIRMAN, A. & TANI, P. *Frontiers of Games Theory*, cap. 15. – Cambridge (Ma): MIT, 1993. pp. 307-320.
- HAUERT, Chr. et al. “*Oscillations in Optional Public Good Games*”. Disponível na Internet via <http://pure.iiasa.ac.at/6486/1/IR-01-036.pdf>. Arquivo consultado em 2003.
- \_\_\_\_\_. “*Volunteering as Red Queen Mechanism for Cooperation in Public Goods Games*”. Disponível na Internet via <http://www.cs.utexas.edu/~dana/>

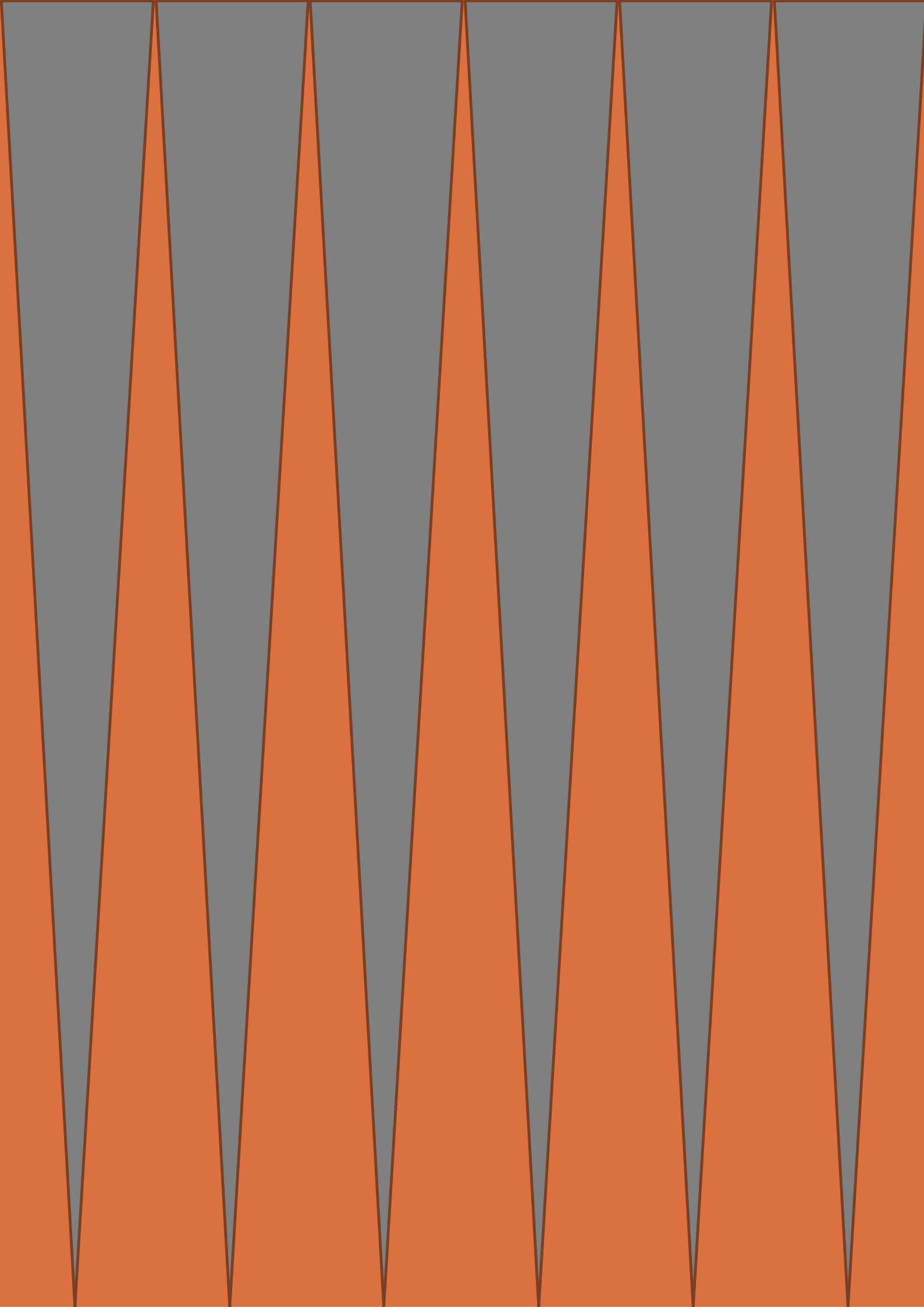
- MLClass/hauert.pdf. Arquivo consultado em 2003.
- HEIDEGGER, M. “Sobre o ‘Humanismo’”, in *Os Pensadores*; trad. Ernildo Stein. – São Paulo: Abril Cultural, 1984.
- HENRICH, J. et al. “In Search of Homo Economicus”, in *Economics and Social Behavior*, vol. 91, n°2, pp. 73-78, mai 2001.
- HOBBS, Th. *Leviatã*; trad. João P. Monteiro e M<sup>a</sup> B. M. da Silva. – São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- HOFFMANN, R. “Twenty Years on: The evolution of cooperation revisited”, in *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 3, n° 2.
- HOLLIS, M. *Trust Within Reason*. – Cambridge: CUP, 1998.
- HUME, D. *A Treatise of Human Nature*. Versão eletrônica disponível na Internet via <https://people.rit.edu/wlrgh/HumeTreatise.pdf>. Arquivo consultado em 2005.
- JAKOBSON, R. “Fonema e Fonologia”, in *Os Pensadores*; trad. J. Mattoso Câmara. – São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- JOHNSON, J. “Is Talk Really Cheap?”. *American Political Science Review*, vol. 87, n° 1, pp. 74-86. 1993.
- KAHNEMAN, D. “Experienced Utility and Objective Happiness”, in KAHNEMAN, D & TVERSKY, A. *Choice, Values and Frames*, cap. 37, pp. 673-692. – Nova York: CUP, 2000.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. “Prospect Theory”. *Econometrica*, vol. 47, n° 2, pp 263-291, março. 1979.
- KANT, I. *A Paz Perpétua*; trad. Artur Morão. – Lisboa: Edições 70, 19.
- KIRK, G. S., RAVEN, J. E. & SCHOFIELD, M. *Os Filósofos Pré-socráticos*; trad. Carlos A. L. Fonseca. – Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1994.
- KOSFELD, M. et al. “Oxytocin Increases Trust in Humans”, in *Nature*, vol. 435, jun 2005, pp. 673-676.
- KRAINES, D.P. & KRAINES, V.Y. “Protocols for Cooperation”. mar 2001. Disponível na Internet via <http://www.math.duke.edu/~dkrain/ProtCoop.pdf>
- KREPS, D. M. *Game Theory and Economic Modelling*. – Oxford: OUP, 1996.
- KREPS, D. M. & SOBEL, J. “Signalling”, in AUMANN, R. & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 2, cap. 25, pp. 849-867. – Amsterdam: Elsevier Science, 1992-1994.
- KUHN, St. T. “Prisoner’s Dilemma”. Disponível na Internet via <http://plato.stanford.edu/entries/prisoner-dilemma/>. Arquivo consultado em 2002.
- LEWIN, R. *Complexidade*; trad. Marta R. Schmidt. – Rio de Janeiro: Rocco, 1994.
- LINDGREN, Kr. “Evolutionary Phenomena in Single Dynamics”, in LANGTON, Ch. G et al. *Artificial Life II*, pp. 295-311. – Redwood: Addison-Wesley, 1992.
- \_\_\_\_\_. “Evolution of Behaviour in the Prisoner’s Dilemma”, 2005.
- LUCE, R.D. & RAIFFA, H. *Games and Decisions*. – Nova York: Dover, 1989.
- MACINTYRE, A. *Dependent Rational Animals*. – Chicago: Open Court, 1999.
- MICHOR, Fr. & NOWAK, M. A. “The Good, the Bad and the Lonely”, in *Nature*, vol.

- 419, pp. 677-679, outubro de 2002.
- MILINSKI, M. “*Tit for Tat in Sticklebacks and the Evolution of Cooperation*”, in *Nature*. 246:15-18, 1987.
- \_\_\_\_\_. “*Cooperation Wins and Stays*”, in *Nature*, 364. 12-13, 1993.
- MYERSON, R. B. “*Multistage Games with Communication*”, in *Econometrica*, vol. 54, n° 2, § 2, pp. 323-358. Março de 1986.
- \_\_\_\_\_. “*Communication, Correlated Equilibria and Incentive Compatibility*”, in AUMANN, R. & HART, S. *Handbook of Game Theory with Economic Application*, vol. 2, cap. 24, pp. 827-847. – Amsterdam: Elsevier Science, 1992-94.
- NASAR, S. *Uma Mente Brilhante*; trad. Sérgio M. Rego. –Rio de Janeiro: Record, 2002.
- NASH, J. “*The Bargaining Problem*”, in KUHN, H. & NASAR, S. *The Essential John Nash*. – Princeton: PUP, 2002.
- \_\_\_\_\_. “*Equilibrium Points in n-Person Games*”, in KUHN, H. & NASAR, S. *The Essential John Nash*. – Princeton: PUP, 2002.
- \_\_\_\_\_. “*Non-Cooperative Games*”, in KUHN, H. & NASAR, S. *The Essential John Nash*. – Princeton: PUP, 2002.
- \_\_\_\_\_. “*Two-Person Cooperative Games*”, in KUHN, H. & NASAR, S. *The Essential John Nash*. – Princeton: PUP, 2002.
- Von NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*. – Princeton: PUP, 1953.
- NOVARESE, M. & RIZZELLO, S. “*Origin and Recent Developments of Experimental Economics*”, 2001.
- NOWAK, M.A., FEHR, E., SIGMUND, K. “*The Economics of Fair Play*”, in *Scientific American*, jan. 2002.
- NOWAK, M.A., MAY, R. & SIGMUND, K. “*The Arithmetics of Mutual Help*”. *Scientific American*, pp. 76-81, junho de 1995.
- NOWAK, M.A., PAGE, K.M & SIGMUND, K. “*Fairness Versus Reason in the Ultimatum Game*”, in *Science*, pp. 1773-5, setembro 2000.
- NOWAK, M.A. & SIGMUND, K. “*The Alternating Prisoner’s Dilemma*”. *Journal Theoretical Biology*, n° 168, pp. 219-226, 1994.
- OTERO, L. S. *Borboletas*. – Rio de Janeiro: FAE, 1986.
- PARETO, V. *Manual de Economia Política*; trad. João G. Vargas Nto. – São Paulo: Nova Cultural, 1987.
- PINDYCK, R. S & RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. – São Paulo: Makron, 1994.
- PINKER, St. *Como a Mente Funciona*; trad. Laura T. Motta. – São Paulo: Companhia da Letras, 1998.
- PLATÃO. *Diálogos*, vols. I-IX; trad. Carlos A. Nunes. – Belém: Universidade Federal do Pará, 1975.
- RAIFFA, H. *The Art and Science of Negotiation*. – Cambridge (Ma): Harvard U. P. 1982. Ed. mexicana: *El Arte y la Ciencia de la Negociación*; trad. Guillermo Cardenas. – México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1996.



- RAPOPORT, A. *Lutas, Jogos e Debates*; trad. Sérgio Duarte. – Brasília: UnB, 1980.
- RAWLS, J. *Uma Teoria da Justiça*; trad. Carlos P. Correia. – Lisboa: Presença, 1993.
- \_\_\_\_\_. *Justiça como Equidade*; trad. Cláudia Berliner. – São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- RIOLO, R. L., COHEN, M. D. & AXELROD, R. “*Evolution of Cooperation without Reciprocity*”, in *Nature*, vol. 414, novembro 2001.
- ROSS, D. “*Game Theory*”, in *Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Disponível na Internet via <http://plato.stanford.edu/entries/game-theory/>. Arquivo consultado em 2001.
- ROUSSEAU, J.-J. “*Discurso sobre a Origem e os Fundamentos da Desigualdade entre os Homens*”; trad. Lourdes S. Machado. – São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- SAMUELSON, P.A. *Fundamentos da Análise Econômica*; trad. Paulo de Almeida. – São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- SANFEY, A.G. et al. “*The Neural Basis of Economic Decision Making in the Ultimatum Game*”, in *Science*, 300, pp. 1755-1758, 2003.
- SAUSSURE, F. *Curso de Linguística Geral*; trad. Antônio Chelini et al. – São Paulo: Cultrix, 1989.
- SCHELLING, Th. C. *The Strategy of Conflict*. – Nova York: OUP, 1963.
- SEARLE, J. R. *Os Actos de Fala*; trad. Carlos Vogt. – Coimbra: Almedina, 1984.
- \_\_\_\_\_. “*Mentes, Cérebros e Programas*”, in TEIXEIRA, J.F. *Cérebros, Máquinas e Consciência*; trad. Cléa R. de O. Ribeiro. – São Carlos: UFSCAR, 1996.
- SHUBIK, M. *Game Theory in the Social Sciences*. – Cambridge (Ma.): MIT, 1982. Ed. mexicana: *Teoría de Juegos en las Ciencias Sociales*; trad. Catalina D. Reyes. – México, D.F.: Fondo de Cultura Económica, 1992.
- SIEBRASSE, N. “*Generalized Win-Stay, Lose-Shift is Robust in the Repeated Prisoner’s Dilemma with Noise Played by Multistate Automata*”. – New Brunswick, jun 2000. (Texto de trabalho)
- SIGMUND, K. “*William D. Hamilton’s Work in Evolutionary Game Theory*”. Disponível na Internet via <http://pure.iiasa.ac.at/6766/1/IR-02-019.pdf>. Arquivo consultado em 2003.
- \_\_\_\_\_. “*The Economics of Fairness*”. Disponível na Internet <http://pure.iiasa.ac.at/6765/1/IR-02-020.pdf>. Arquivo consultado em 2003.
- SIGMUND, K., HAUERT, Chr. & NOWAK, M. “*Reward and Punishment in Mini Games*”. Disponível na Internet via <http://pure.iiasa.ac.at/6490/1/IR-01-031.pdf>. Arquivo consultado em 2003.
- SILVA, A. R. da. *A Voz do Outro*. – Rio de Janeiro: UFRJ/IFCS, 2003. Tese (Doutorado em Filosofia). Disponível na Internet via <https://forumdediscursus.files.wordpress.com/2016/09/avozdoutro1.pdf>. Arquivo consultado em 2016.
- SIMON, H. *Comportamento Administrativo*; trad. Aluizio L. Pinto. – Rio de Janeiro: FGV, 1965.
- SIMONSEN, M. H. “*Teoria dos Jogos*”. *Ensaio Econômico*, nº 159, pp. 1-74. –

- Rio de Janeiro: FGV, 1990.
- SINGER, P. *Um Só Mundo*; trad. Adail U. Sobral. – São Paulo: Martins Fontes, 2004.
- SMITH, A. *Teoria dos Sentimentos Morais*; trad. Lya Luft. – São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- \_\_\_\_\_. *A Riqueza das Nações*; trad. Luiz J. Baraúna. – São Paulo: Nova Cultural, 1985.
- STEWART, I. *Será que Deus Joga Dados?*; trad. M<sup>a</sup> Luíza X. de Borges. – Rio de Janeiro: Zahar, 1991.
- SUETÔNIO TRANQUILLO, C. *A Vida dos Doze Césares*; trad. Sady-Garibaldi. – Rio de Janeiro: Ediouro, s/d.
- TUGENDHAT, E. *Lições sobre Ética*; trad. Róbson R. dos Reis *et al.* – Petrópolis: Vozes, 1996.
- TUROCY, Th. L. & Von STENGEL, B. *Game Theory*. Disponível na Internet via <http://www.cdam.lse.ac.uk/Reports/Files/cdam-2001-09.pdf>. Arquivo consultado em 2004.
- TURING, A. “*Computação e Inteligência*”, in TEIXEIRA, J.F. *Cérebros, Máquinas e Consciência*; trad. Fábio de C. Hansem. – São Carlos: UFSCAR, 1996.
- VARIAN, H. *Microeconomia*; trad. M<sup>a</sup> José C. Monteiro. – Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- WERLANG, S. R. da C. “*Jogos de Informação Incompleta*”. *Ensaio Econômico*, n<sup>o</sup> 50. – Rio de Janeiro: FGV, 1984.
- WIENER, N. *Cibernética e Sociedade*; trad. José P. Paes. – São Paulo: Cultrix, 1978.
- WITTGENSTEIN, L. *Investigações Filosóficas*; trad. José C. Bruni. – São Paulo: Nova Cultural, 1989.
- WU, J. & AXELROD, R. “*How to Cope with Noise in the Iterated Prisoner’s Dilemma*”. *Journal of Conflict Resolution*, n<sup>o</sup> 39, pp. 183-189, março de 1995.
- XENOFONTE. “*Ditos e Feitos Memoráveis de Sócrates*”, in *Os Pensadores*; trad. Libero R. de Andrade. – São Paulo: Nova Cultural, 1991.





**A** partir de meados do século XX, a Teoria dos Jogos tornou-se um importante instrumento de análise dos problemas cognitivos e morais que a Filosofia vem se ocupando há séculos. Ao lado da Teoria da Cooperação, a Teoria dos Jogos apresenta soluções e paradoxos que ajudam a compreender melhor as limitações da racionalidade humana. Seus principais conceitos, os modelos de jogos, as estratégias, pontos de equilíbrio e a melhor maneira de tomar uma decisão em interações que envolvam os interesses de agentes egoístas são tratados aqui. Os problemas éticos e cognitivos revelados pelos jogos e explicados, enquanto se aborda desde os aspectos históricos às técnicas de simulação por computador.